Praktische Geometrie.

Anleitung zum Feldmessen, Höhenmessen und Nivelliren.

Zum Gebrauche in Mittelschulen, Lehrerseminarien, Forstschulen und landwirthschaftlichen Schulen, sowie zum Selbstunterricht für Förster, Feldmesser, Draintechniker u. s. w.

herausgegeben

von

A. Ph. Largiadèr,
Seminardirektor in Chur.

Zweite, sorgfältig durchgesehene Auflage.

Zürich,
Druck und Verlag von Friedrich Schultheß.
1867.

Praktische Geometrie.

Anleitung zum Feldmessen, Höhenmessen und Nivelliren.

Zum Gebrauche in Mittelschulen, Lehrerseminarien, Forstschulen und landwirthschaftlichen Schulen, sowie zum Selbstunterricht für Förster, Feldmesser, Draintechniker u. s. w.

herausgegeben

von

A. Ph. Largiadèr,
Seminardirektor in Chur.

Zweite, sorgfältig durchgesehene Auflage.

Zürich,
Druck und Verlag von Friedrich Schultheß.
1867.

Vorwort zur ersten Auflage.

Der Verfasser dieser Schrift dürfte nicht wohl behaupten, daß dieselbe einem „allgemeinen und tiefgefühlten Bedürfnisse" ihre Entstehung verdanke. Daher wird es, namentlich dem Umstande gegenüber, daß wir über praktische Geometrie (Geodäsie) mehrere vorzügliche Werke besitzen, wohl nothwendig sein, hier — als Vorrede — der besondern Umstände zu gedenken, welche dieses Büchlein in's Leben riefen.

Wer sich die bessern und besten Schriften über praktische Geometrie — von Bauernfeind, Hartner, Baur u. a. — vergegenwärtigt und die in denselben behandelten Theile der Geodäsie in's Auge faßt, der wird sich mit uns darin einverstanden erklären müssen, daß diese Schriften, ungeachtet ihrer sonstigen Vorzüge und ihres bedeutenden Umfanges, darin einen Mangel zeigen, daß sie der elementaren Technik des eigentlichen Feldmessers zu wenig Aufmerksamkeit schenken. Diese Erscheinung ist insbesondere bei Schriften, welche sich die Darstellung der gesammten Geodäsie zur Aufgabe machen, sehr erklärlich und bedarf keiner Entschuldigung. Dessenungeachtet ist diese, wir möchten sagen Detail-Technik des Feldmessers auch kein gleichgültiger Theil der praktischen Geometrie, was namentlich diejenigen anerkennen werden, die als Lehrer oder in praktischer Berufsthätigkeit nähere Bekanntschaft mit demselben zu machen Anlaß hatten und auf sich selbst und die erwähnte Literatur angewiesen waren. Wir halten also dafür, daß die genannnten Schriften in dieser Beziehung eine Lücke aufweisen, und möchten letztere durch vorliegende Arbeit ausfüllen.

Daß wir diese Arbeit unternahmen, hat noch einen weitern Grund. Mehrjährige Erfahrungen und Beobachtungen auf dem Gebiete der praktischen Geometrie haben nämlich den Verfasser je länger je mehr in der Ansicht bestärkt, daß zwischen der wirklichen Praxis der Feldmesser von Beruf und den praktischen Anleitungen so zu sagen aller einschlägigen Lehrbücher ein bedeutender Abstand sich vorfinde, der nicht in allen Theilen zu Gunsten jener Bücher spreche. Dies gilt namentlich von der Praxis des Feldmessens, welche in den letzten Jahren auf dem Gebiete des Katastervermessungswesens ausgebildet worden ist. Mit dem wohlbegründeten Aufgeben des Meßtisches als Instrument für derartige Arbeiten war man nicht nur für Triangulationen und Polygonaufnahmen, sondern auch für die Detailvermessung an Instrumente gewiesen, welche statt der Meßtischzeichnung übersichtliche und deutliche Handrisse und in denselben Zahlenangaben für die Berechnung, graphische Darstellung ꝛc. der gemessenen Flächen liefern. Dies führte unter anderm dazu, viel häufiger als beim frühern Verfahren der Fall war, Linien unmittelbar zu messen, weßwegen man auch bald erkennen mußte, daß z. B. die fast in allen Schriften über praktische Geometrie weitläufig beschriebene und empfohlene Meßkette weder mit Rücksicht auf Genauigkeit der Resultate, noch bezüglich einer raschen und billigen Ausführung der Arbeit, mit den Meßlatten konkurriren könne, sofern diese in gehöriger Weise gebraucht werden. Die hier angedeutete Verschiedenheit zwischen der in den Büchern gelehrten und in der Praxis geübten Feldmeßkunst war ein zweiter Grund, der den Verfasser bestimmte, in dieser Angelegenheit zur Feder zu greifen.

Der Verfasser hofft in der That, durch seine Arbeit insbesondere für die Anstalten und Techniker, welchen er seine Schrift bestimmte, eine solche Darstellung der praktischen Geometrie geschaffen

zu haben, wie sie sich für dieselben eignet und in diesem Umfange und in dieser Behandlungsweise nicht vorhanden war. Der geneigte Leser, der diese Schrift genauer prüft und mit andern ähnlichen vergleicht, wird namentlich den Umstand nicht übersehen, daß hier Wege und Mittel — und zwar vollkommen ausreichende — angegeben sind, um ziemlich umfangreiche Vermessungen ohne alle Benutzung kostspieliger und komplizirter Instrumente auszuführen. Daß das Feldmessen von Solchen, die es seiner Zeit in der Schule gelernt hatten, nicht so oft in Anwendung gebracht wird, als es vermöge der Vortheile geschehen sollte, die es dem Feldmesser und dem Grundbesitzer bringt, ist gewiß nicht zum kleinsten Theile dem Umstande zuzuschreiben, daß die der Arbeit Kundigen nicht im Besitze jener theuren Instrumente sind, welche sie — der in der Schule erhaltenen Anleitung gemäß — für unentbehrlich halten. Mittelschulen, Lehrerseminarien, landwirthschaftliche Lehranstalten ꝛc. werden weit sicherer praktisch-thätige und tüchtige Feldmesser heranbilden, wenn sie einmal, die Feldmesser von Beruf nachahmend, sich mit wenigen, billigen und einfachen Instrumenten behelfen lernen und auf das Studium von solchen Instrumenten verzichten, die für diese Zwecke zu theuer, zu komplizirt oder gar — veraltet sind.

Neben diesen sachlichen Motiven bestimmten dann noch besondere Umstände den Verfasser zu dieser Arbeit, Umstände, die mit den Verhältnissen seines gegenwärtigen Wirkungskreises innig zusammenhängen. Unter diesen ist insbesondere das Bestreben des Verfassers zu nennen, den bündnerischen Gemeindeschullehrern ein Arbeitsfeld eröffnen zu helfen, das in den Sommermonaten lohnende und geziemende Thätigkeit für Männer darböte, die nur während des Winters dem Schuldienste obliegen. In dem Feldmessen glaubt der Verfasser eine Beschäftigung erkennen zu sollen, die nicht nur lohnend ist für denjenigen, der ihr mit Interesse und Verständniß

nachgeht, sondern die in unsern Verhältnissen auch mit der sonstigen Thätigkeit und überhaupt mit der Würde eines Lehrers harmonirt, die endlich wohl auch vom nationalökonomischen Standpunkte aus befürwortet werden darf. Diese Schrift hat demnach die besondere Bestimmung, den im hiesigen Lehrerseminar eingeführten Unterricht in der praktischen Geometrie zu unterstützen, sowie den Lehrern an unsern Gemeindeschulen als Lehrmittel für den Selbstunterricht zu dienen.

Das Gesagte wird nun hinreichen, um den geneigten Leser über die Beweggründe und Absichten aufzuklären, die den Verfasser bei Ausarbeitung dieses Büchleins leiteten. Ob der Verfasser bei seiner Arbeit von richtigen Voraussetzungen ausgegangen und die Zielpunkte richtig erkannt hat; ob er in der Auswahl der Mittel zur Erreichung jener Zielpunkte das Rechte getroffen — das zu entscheiden steht nicht ihm, sondern Sachverständigen zu.

Eine, dieser Schrift entsprechende Darlegung des Verfahrens beim Messen und Berechnen von Körpern, insbesondere mit Rücksicht auf die Bedürfnisse von Forstleuten abgefaßt, wie eine solche von kompetenter Seite als Anhang zu diesem Werkchen gewünscht worden ist, wird in nächster Zeit für sich erscheinen.

Chur, den 24. Dezember 1865.

A Ph. Largiadèr.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Nachdem diese Schrift bei ihrem ersten Erscheinen von kompetenter Seite eine günstige Beurtheilung erfahren und in der kurzen Zeit von einem Vierteljahre die ziemlich starke erste Auflage verkauft war, dürfte die Annahme berechtigt sein, daß sie in Bezug auf Auswahl, Umfang und Behandlungsweise des Stoffes ungefähr das Richtige getroffen hat; aus diesem Grunde hat die vorliegende zweite Auflage, außer der an einigen Orten angebrachten größern Präzision des Ausdruckes, nur solche Veränderungen erfahren, wie sie für die Verbreitung dieser Schrift auch in weiteren Kreisen passend erschienen. Diese Veränderungen bestehen erstens darin, daß alle Maßzahlen, welche absolute Maße bezeichnen, auch in Metermaß angegeben wurden, und zweitens darin, daß eine Reduktionstabelle zur Vergleichung der Längen- und Flächenmaße verschiedener Länder hinzugekommen ist. Durch diese beiden Bereicherungen sollte nun die Schrift, die anfänglich nur mit Rücksicht auf die schweizerischen Verhältnisse abgefaßt worden war, eine Gestalt erhalten haben, in welcher sie auch einem größern Leserkreis dienlich sein kann.

Chur, den 5. November 1866.

Der Verfasser.

Praktische Geometrie.

Einleitung.

Begriff der praktischen Geometrie. Eintheilung derselben.

Die **praktische Geometrie** — auch **Geodäsie** genannt — (von der das Feldmessen, Höhenmessen und Nivelliren einzelne Theile sind), zeigt uns, wie man die Ergebnisse der reinen (theoretischen) Geometrie anwendet, um die Größe und Gestalt der ganzen Erdoberfläche oder eines Stückes derselben zu bestimmen.

Man pflegt die praktische Geometrie zunächst in eine **höhere** und **niedere** — höhere und niedere Geodäsie — einzutheilen. Dabei rechnet man zur höhern praktischen Geometrie die Aufgaben, welche bei Bestimmung von Größe und Gestalt solcher Stücke der Erdoberfläche vorkommen, bei welchen in Folge ihrer größeren Ausdehnung die Krümmung der Erdoberfläche in Betracht gezogen werden muß; zur niedern praktischen Geometrie zählt man dagegen die Arbeiten, die bei der Ermittlung von Größe und Gestalt kleinerer Stücke der Erdoberfläche auszuführen sind.

Es läßt sich nicht leicht zum voraus bestimmen, wie groß ein Stück der Erdoberfläche sein darf, damit man seine Vermessung noch zur niedern praktischen Geometrie rechnen könne, weil dies zum Theil mit dem besondern Zwecke der Vermessung zusammenhängt. Im Allgemeinen wird man nicht fehlgreifen, wenn man Flächen von zwei Wegstunden (32,000 Schweizerfuß) Seitenausdehnung als die größten betrachtet, die nach den Regeln der niedern praktischen Geometrie vermessen werden können.

Wir werden uns im Folgenden nur mit einzelnen Theilen der **niedern** praktischen Geometrie befassen und gehen deßhalb auf eine weitere Eintheilung der höhern Geodäsie nicht näher ein. Für die

erstere, die auch praktische Geometrie, im engern Sinne des Wortes, genannt wird, ergiebt sich eine weitere Eintheilung erst aus einer nähern Betrachtung ihrer allgemeinen Aufgabe und der Lösung derselben, weßhalb wir auf diese etwas genauer eingehen wollen.

Die Größe und Gestalt eines Stückes der Erdoberfläche ist offenbar durch die gegenseitige Lage gewisser Punkte auf demselben, worunter in erster Linie die Grenzpunkte zu verstehen sind, bedingt, und wir werden über Größe und Gestalt Aufschluß geben können, sofern wir die gegenseitige Lage jener Punkte richtig ermitteln und angeben können. Man kann daher die allgemeine Aufgabe der praktischen Geometrie auch erklären als: Bestimmung der gegenseitigen Lage mehrerer Punkte der Erdoberfläche. Diese Aufgabe kann nun offenbar zergliedert und auf die (mehrmalige) Lösung der einfachern Aufgabe zurückgeführt werden: die gegenseitige Lage **zweier** Punkte der Erdoberfläche ausfindig zu machen und nachzuweisen. Denn wenn man von zwei beliebigen Punkten der Erdoberfläche die gegenseitige Lage ermitteln und angeben kann, ist dieß offenbar für beliebig viele Punkte möglich, indem man einen dritten Punkt mit dem einen oder andern der ersten beiden verbindet und die erste Aufgabe wieder löst und so auch für einen vierten, fünften Punkt u. s. w. Man kann demnach auch sagen, die praktische Geometrie habe die Aufgabe, zu zeigen, wie man die gegenseitige Lage zweier (beliebigen) Punkte der Erdoberfläche ausfindig macht und angiebt.

Suchen wir uns die Lösung dieser Aufgabe etwas näher zu legen, so werden wir finden, daß zwei beliebig gewählte Punkte A und B der Erdoberfläche im Allgemeinen in einer gewissen Entfernung von einander und ungleich hoch (in ungleichen Entfernungen vom Mittelpunkte der Erde) liegen. Unter den verschiedenen Mitteln, welche zur Angabe ihrer

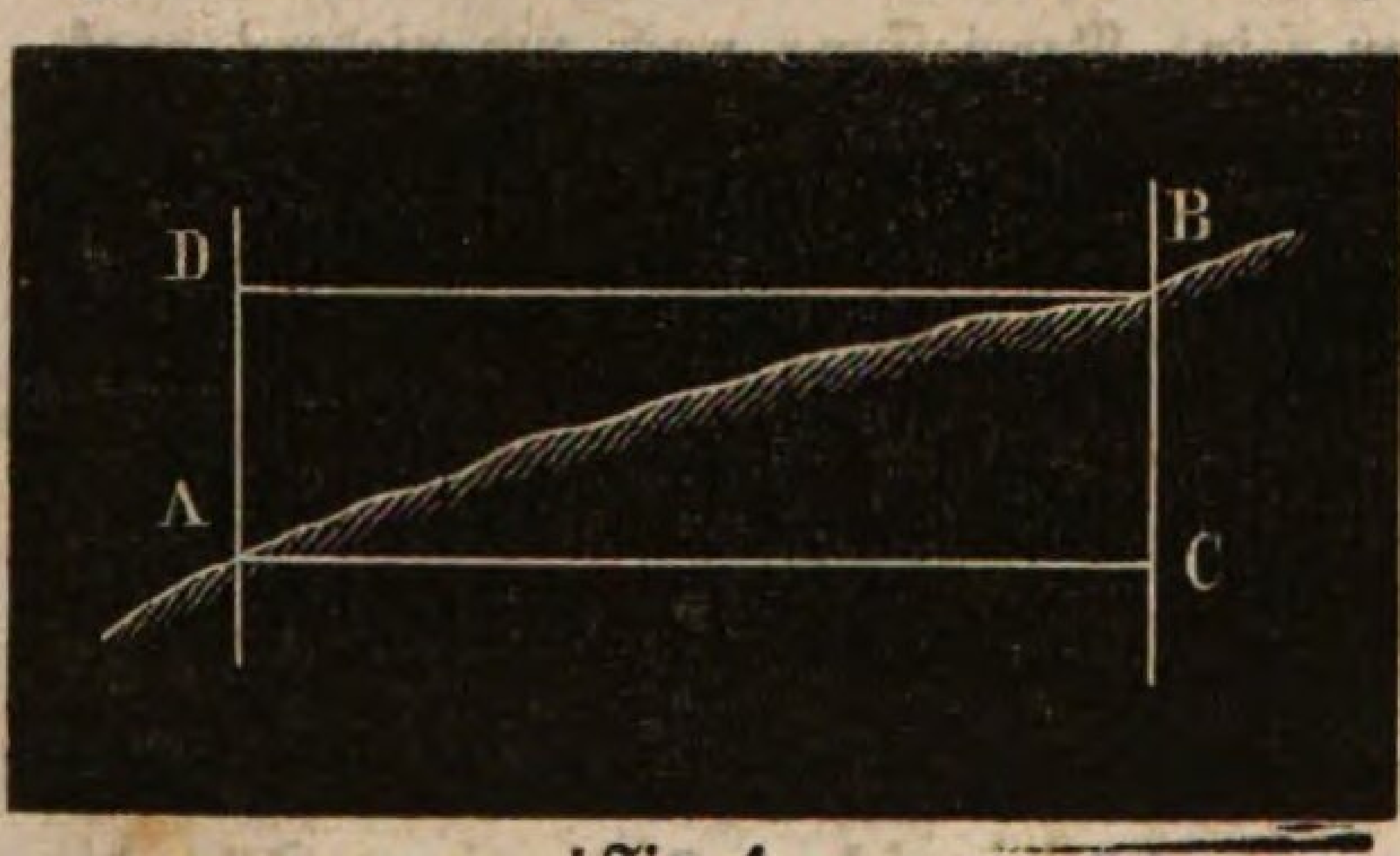


Fig. 1.

gegenseitigen Lage dienen könnten, wählt die praktische Geometrie das folgende, das scheinbar nicht das einfachste ist, in der wirklichen Praxis sich aber am leichtesten verwerthen läßt. Durch beide Punkte A und B denkt man sich vertikale Linien gelegt und dann vom einen Punkte, also etwa vom tiefern Punkte A aus eine Senkrechte A C auf die Vertikale durch den andern Punkt gefällt. Der Abschnitt der Vertikalen durch den betreffenden Punkt bis zum Fußpunkt der Senkrechten (hier B C) und die Länge der Senkrechten selbst (hier A C), sind nun die Größen, welche in erster Linie zur Angabe der gegenseitigen Lage der beiden Punkte (A und B) dienen, und zwar führt die Vertikale (B C) den Namen **Vertikalabstand** (Höhe), die Senkrechte dazu (A C) den Namen **Horizontalabstand** (Entfernung) der beiden Punkte. Daß diese beiden Abstände beziehungsweise gleich groß ausfallen, ob man die Horizontale durch den höhern oder durch den tiefern Punkt legt, ist leicht einzusehen (A D = C B und A C = D B).

Der denkende Leser wird indessen auch leicht herausfinden, daß wenn die Punkte A und B sehr weit aus einander liegen, die Horizontalen A C und B D sich in konzentrische Kreisbögen verwandeln, deren Mittelpunkt mit dem Mittelpunkte der Erde zusammenfällt und die ungleiche Länge haben. Dieser Fall gehört aber, wie wir oben angedeutet, in die höhere praktische Geometrie.

Nun giebt es eine Anzahl von Arbeiten in der praktischen Geometrie, bei welchen die Kenntniß des Vertikalabstandes oder der Höhenunterschiede der verschiedenen Punkte gleichgültig ist und man nur auf die Ermittlung der Horizontalabstände ausgeht. Dies ist z. B. fast bei allen Vermessungen von Kulturflächen (Aeckern, Wiesen ꝛc.) für ökonomische Zwecke der Fall. Auch das entgegengesetzte Verhältniß tritt ein. Dieser Umstand begründet nun die weitere Eintheilung der praktischen Geometrie in eine **Horizontalvermessung** — auch **Feldmessen** genannt — und in eine **Vertikalvermessung**, die je nach Umständen **Höhenmessen** oder **Nivelliren** heißt. Wir beschäftigen uns nun zunächst mit der Horizontalvermessung oder mit dem Feldmessen und werden dann später auf die Vertikalvermessung oder auf das Höhenmessen und Nivelliren eintreten. Da wir indessen bei unserer Darstellung von der Trigonometrie und höhern Algebra keinen Gebrauch machen

wollen, so müssen wir uns auf diejenigen Arbeiten beschränken, deren Ausführung ohne Benutzung jener wissenschaftlichen Hülfsmittel dargelegt und begründet werden kann. Durch diese Einschränkung, die wir uns auferlegen, suchen wir in unserer Darstellung gerade den Bedürfnissen der eigentlichen Feldmesser, Förster, Draintechniker 2c. nachzukommen, sowie für den bezüglichen Unterricht an Mittelschulen und Lehrerseminarien 2c. ein brauchbares Hülfsmittel zu bieten.

Erster Theil.

Die Horizontalvermessung oder das eigentliche Feldmessen.

Zur Horizontalvermessung oder zum eigentlichen Feldmessen rechnen wir nach dem Gesagten sämmtliche Aufgaben der praktischen Geometrie, welche durch die elementare Aufgabe der Bestimmung des Horinzontalabstandes zweier Punkte gelöst oder doch auf dieselbe zurückgeführt werden können. Es sind dies all die Arbeiten, bei welchen es nur auf die Ermittlung von Größe und Gestalt der horizontalen Ausdehnung eines Stückes der Erdoberfläche, z. B. eines Ackers, einer Wiese, eines Bauplatzes 2c. ankommt, und allfällige Höhenunterschiede zwischen den einzelnen Punkten dieser Oberfläche außer Betracht fallen.* Suchen wir uns nun vor allem diese

---

* Es ist dem Verfasser nicht entgangen, daß die hier von ihm — wohl in Uebereinstimmung mit allen Technikern und Männern der Wissenschaft — aufgestellte Erklärung der allgemeinen Aufgabe des Feldmessens nicht allseitige Zustimmung erfahren wird, da er wohl weiß, daß nicht nur Angehörige des Bauernstandes, sondern hin und wieder auch hochgelehrte Herren meinen, beim Ausmessen eines Grundstückes müsse man die Größe der wirklichen Oberfläche und nicht bloß die horizontale Ausdehnung desselben zu ermitteln suchen. Zur Begründung unseres Verfahrens begnügen wir uns, den Anhängern letztgenannter

Aufgaben und die Idee ihrer Lösung nochmals zu vergegenwärtigen. Wir wählen dazu ein bestimmtes Beispiel. Es sei ABCDE ein fünfeckiges Grundstück, dessen horizontale Ausdehnung der Größe und Gestalt nach gefunden und angegeben werden soll. Fassen wir nun zunächst die einzelnen Eckpunkte ABCDE je zwei und zwei aufeinanderfolgend ins Auge, so können wir ihre Horizontalabstände der Reihe nach durch die oben angegebene Konstruktion finden, indem wir jeweilen durch den einen Punkt eine Vertikale legen und durch den andern eine zu dieser senkrechte Gerade ziehen. Wir können aber auch diese Horizontalabstände alle auf einmal und dazu noch in richtiger gegenseitiger Lage erhalten, wenn wir nämlich durch jeden Eckpunkt der Wiese eine Vertikale legen, sämmtliche Vertikalen durch eine und dieselbe horizontale Ebene, z. B. MN, durchschneiden und die Schnittpunkte A_1, B_1, C_1, D_1 und E_1 mit einander durch gerade Linien verbinden. Dann stellt nicht nur A_1B_1 den Horizontal-

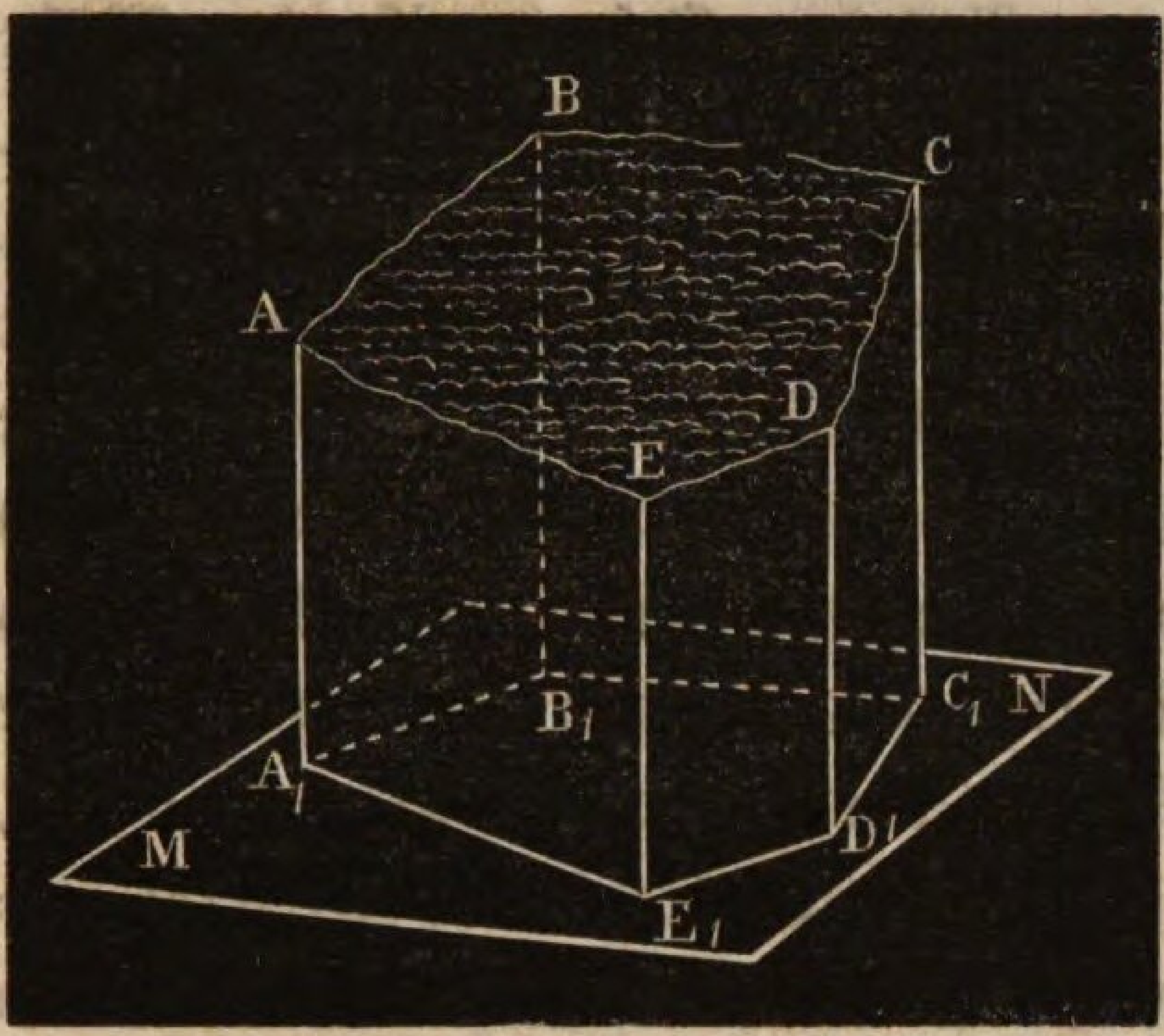


Fig. 2.

Ansicht gegenüber (für andere Leute ist es nicht nöthig) einzig auf folgende Umstände aufmerksam zu machen:

1. Eine genaue Messung einer unebenen Oberfläche ist in den meisten Fällen unmöglich.
2. Würde die wirkliche Oberfläche der Grundstücke auch genau ermittelt werden können, so wäre immerhin eine Darstellung derselben in einer Zeichnung nicht möglich.
3. Da die Pflanzen stets in vertikaler (lothrechter) Richtung wachsen, so haben auf einer Halde nicht mehr davon Raum, als auf einer wagrechten Fläche von der Größe der horizontalen Ausdehnung jener Halde; daher giebt unser Verfahren auch das richtigste Maß zur Bestimmung der Ertragsfähigkeit des Bodens.
4. Alle gebildeten Techniker kennen und benutzen prinzipiell kein anderes Verfahren, als das auch von uns empfohlene.

abstand von AB, B_1C_1 denjenigen von BC u. s. w. vor, sondern es ist sodann auch ohne Weiteres z. B. A_1D_1 der richtige Horizontalabstand von AD u. s. w. Aus dem Gesagten ist ohne Mühe ersichtlich, daß wenn man zu jedem gegebenen Stücke ABCD ... der Erdoberfläche eine solche zugehörige horizontale Figur $A_1B_1C_1D_1$... anzugeben vermöchte, die Aufgabe der Horizontalvermessung offenbar gelöst wäre. Da nun eine solche Figur, wie jede ebene Figur überhaupt, durch die Länge ihrer Seiten und durch die gegenseitige Lage derselben zu einander, also durch Linien und Winkel bestimmt ist, so wird die praktische Geometrie zur Lösung ihrer Aufgabe darzuthun haben, in welcher Weise die fraglichen Seiten und Winkel gefunden und angegeben werden können. Wir wollen uns nun nach den Mitteln und Wegen umsehen, die uns zu diesem Ziele führen. An dieser Stelle wollen wir nur noch in Bezug auf die theoretische Auffassung des Gegenstandes anmerken, daß man die zu irgend einem Stücke der Erdoberfläche gehörige, nach obiger Andeutung konstruirte horizontale Figur auch mit dem Namen horizontale Projektion oder Grundriß des fraglichen Stückes bezeichnet. So führt auch der Horizontalabstand zweier Punkte den Namen Grundriß oder horizontale Projektion der jene Punkte verbindenden Linie. Ferner wollen wir den Leser auch noch darauf aufmerksam machen, daß die horizontale Projektion oder der Grundriß eines beliebigen Flächenstückes theoretisch auch gefunden werden kann, indem man durch jeden Punkt seiner Grenze eine vertikale Linie legt und sämmtliche Vertikalen durch eine horizontale Ebene schneidet. Die Gesammtheit jener Vertikalen wird dann einen prismatischen Raum darstellen, und der Grundriß der Fläche wird der Schnitt der horizontalen Ebene mit dem prismatischen Raume sein. (Jene steht immer auf den Ebenen und Kanten dieses Raumes senkrecht.)

Der Leser wird an der Hand dieser Bemerkungen auch bald finden, daß einem und demselben Stücke der Erdoberfläche zwar beliebig viele aber unter sich kongruente Horizontalprojektionen entsprechen. Auch ist es möglich, daß unter sich sehr verschiedene Stücke der Erdoberfläche ganz gleiche Horizontalprojektionen haben.

Die praktische oder technische Lösung der Aufgabe der Horizontalvermessung führt auf eine Reihe von Arbeiten und auf eine Anzahl von Instrumenten, die bei denselben verwendet werden. Diese Arbeiten und Instrumente näher kennen zu lernen, ist nun unsere nächste Aufgabe. Beginnen wir mit einem vorläufigen Ueberblick der letzteren, so finden wir, daß deren mehrere nothwendig sind:

a. Instrumente zur Bezeichnung der einzelnen maßgebenden Punkte auf dem Felde;
b. deßgleichen zur Messung von Linien;
c. deßgleichen zur Angabe von Winkeln;
d. Werkzeuge zur Fixirung (zum Aufschreiben oder Aufzeichnen) der gemessenen Linien und Winkel, und
e. weitere Hülfsmittel zur Berechnung und eigentlichen Verzeichnung der gemessenen Grundstücke.

Die vorzunehmenden Arbeiten können etwa folgendermaßen in Uebersicht gebracht werden:

a. Kenntnißnahme des zu vermessenden Grundstückes, Aussteckung und Eintheilung desselben;
b. das eigentliche Messen der die Größe und Gestalt der Fläche bedingenden Größen (Linien und Winkel);
c. das Aufschreiben und Aufzeichnen der Ergebnisse der Messung;
d. Berechnung der Fläche;
e. Zeichnung (graphische Darstellung), und
f. allfällige Theilung und Verwandlung der gemessenen Grundstücke.

Die unter a, b und c genannten Arbeiten, sowie ein Theil der unter f angedeuteten, müssen jedenfalls auf dem Felde ausgeführt werden; die übrigen lassen sich besser im Zimmer erledigen, wie dies auch dem dieser Arbeiten Unkundigen schon jetzt einleuchten und im Verlaufe unserer Darstellung noch klarer werden wird. Wir wollen nun in erster Linie die zum Feldmessen nöthigen Instrumente kennen lernen und dann auf die einzelnen Arbeiten genauer eintreten.

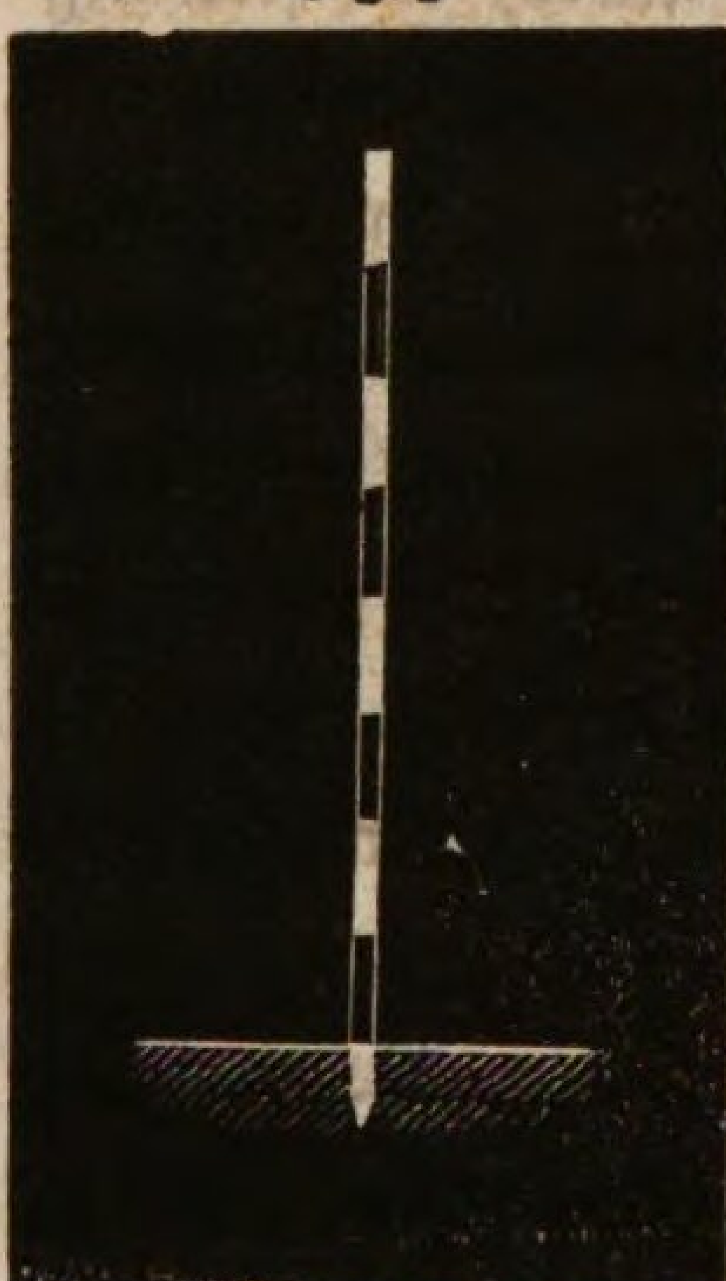
I. Instrumente zur Horizontalvermessung.

a. Instrumente zur Bezeichnung der maßgebenden Punkte auf dem Felde.

1. Signalstangen. Bei der Horizontalvermessung kommt, wie wir gesehen haben, die Höhe der einzelnen maßgebenden Punkte eines Grundstückes (Grenzpunkte, Schnittpunke von angenommenen Hülfslinien u. s. w.) nicht in Betracht, sondern nur die horizontale Entfernung derselben. Daher bezeichnet man den einzelnen Punkt auch nicht durch einen sichtbaren Punkt, sondern durch eine sichtbare vertikale Linie, die durch ihn gelegt ist, worauf jeder Punkt einer solchen vertikalen Linie für den betreffenden Punkt gelten kann. Ist z. B. in A der Grenzpunkt einer Wiese, so machen wir ihn für die Messung sichtbar, indem wir in A eine materielle, vertikale Linie AX aufstellen. Dann kann jeder Punkt dieser Linie für A genommen werden. Als solche materielle, gerade Linien dienen am besten runde hölzerne Stangen von ungefähr 10 Linien* = 3 Centimeter Durchmesser und 6 bis 8 Fuß (2 bis 2,5 Meter) Länge, die unten eine eiserne Spitze haben (Fig. 4). Um sie auch für weitere Entfernungen sichtbar zu machen, ist es gut, sie abwechselnd je einen Fuß lang weiß und schwarz oder weiß und roth anstreichen zu lassen. In manchen Fällen



Fig. 3.


Fig. 4.

* Alle in dieser Schrift vorkommenden Fußmaße betreffen den schweizerischen oder badischen Fuß: 0,3 Meter = 1′ (Fuß) = 10″ (Zoll) = 100‴ (Linien). Als Maßbezeichnungen werden wir im Folgenden, außer den so eben gebrauchten Zeichen für Fuß, Zoll und Linie (′, ″ und ‴) noch die Zeichen m, dm, cm und mm für Meter, Decimeter, Centimeter und Millimeter (Meter, Zehntelmeter, Hundertstelmeter und Tausendstelmeter) gebrauchen.

genügt selbst dieser Anstrich nicht, um die Stangen sichtbar zu machen, weßhalb noch Fähnchen daran gehängt werden, die meistens je aus einem weißen und einem rothen Stücke Zeug zusammengesetzt sind. Da diese Stangen dazu dienen sollen, auf dem Felde vertikale, gerade Linien zu veranschaulichen, so müssen sie: 1. möglichst geradlinig sein und 2. möglichst vertikal aufgestellt werden. Vom Vorhandensein der ersten Bedingung überzeugt man sich leicht durch die bekannte Augenprobe (Zielen in Richtung der Stange). Was die Aufstellung anbelangt, so wird man auch bald (ohne Zuzug des auf offenem Felde unbrauchbaren Senkblei's und aller ähnlichen unpraktischen Dinge) den richtigen Maßstab im eigenen Blick haben, wenn man zur Beurtheilung der Richtung einer solchen Stange sich einige Schritte von derselben wegbegiebt und zwar nach zwei verschiedenen Richtungen. Sind Gebäude mit vertikalen Kanten in der Nähe, so können auch diese als Kontrole zu Hülfe genommen werden. Solcher Stangen bedarf der Feldmesser zehn bis fünfzehn und mehr Stück, je nach der Größe der auszuführenden Arbeiten.

2. Meßpflöcke. Bei der Vermessung von Grundstücken mit komplizirten Grenzlinien und bei größeren Flächen reicht man mit den Signalstangen manchmal nicht aus; mitunter ist es auch von Werth, eine Reihe von aufeinanderfolgenden Punkten mit fortlaufenden Nummern zu versehen. In diesen Fällen bedient man sich der Meßpflöcke (Fig. 5). Darunter versteht man ziemlich starke, harthölzerne Pflöcke von 12″ bis 15″ (35 bis 45 Centimeter) Länge und etwa 13‴ oder 4 Centimeter Durchmesser, welche unten zugespitzt, oben in einer Richtung flach behauen und, senkrecht dazu, mit einem Loche versehen sind, um zum Zwecke des leichteren Transports mehrere an einer Schnur zusammengebunden zu werden. Auf den Seitenflächen trägt jeder Pflock seine Nummer.

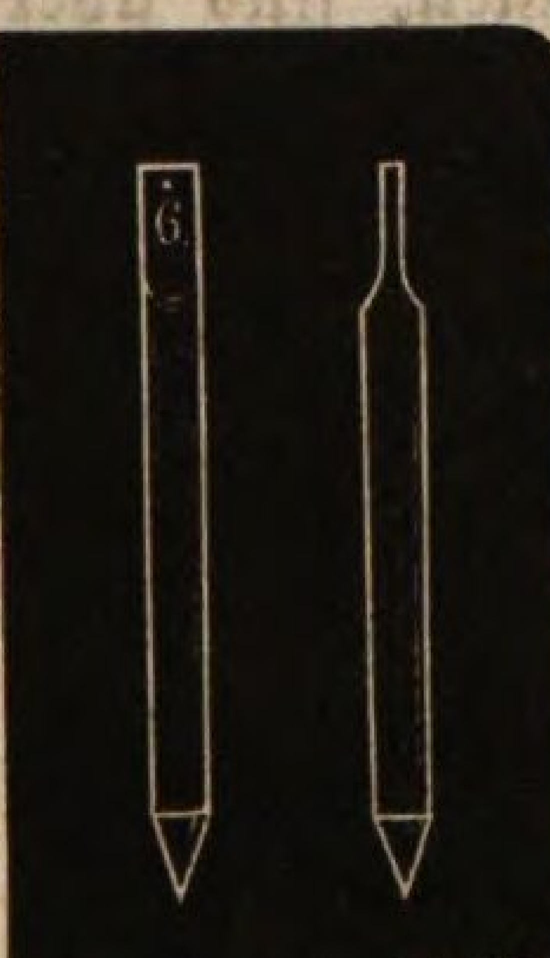


Fig. 5.

b. Instrumente zur Messung der Linien auf dem Felde.

1. Meßstangen. Wir messen eine Linie, indem wir sie mit einer andern Linie von bekannter, aber unveränderlicher Länge vergleichen. Letztere heißt der Maßstab für die erste. Als Maßstäbe zum Linienmessen auf dem Felde sind schon allerlei Dinge empfohlen worden, und je weniger die Verfasser von Schriften über das Feldmessen letzteres aus eigener Anschauung und Praxis kannten, desto reichhaltiger waren ihre Schriften an Vorschlägen und Hülfsmitteln. In der Praxis selbst trifft man noch Meßketten und Meßstangen* an. Erstere verschwinden je länger je mehr, und mit vollem Rechte giebt der praktische Feldmesser ihre Benutzung auf; denn abgesehen von den größeren Anschaffungskosten und den ungenauern Resultaten, die mit ihnen erzielt werden, ist ihre Benutzung auch eine viel kostspieligere: ein Mann, dem zwei passende Meßstangen zur Verfügung stehen, leistet mit ihnen mehr und bessere Arbeit, als zwei Mann mit einer Meßkette. Da wir uns vorgenommen haben, unsern Lesern nur das zu bieten, was sich in der Praxis bei wirklichen Feldmessern von Beruf bewährt hat, werden wir der Meßkette nicht weiter gedenken.

Je nach der Beschaffenheit des Bodens, auf dem man arbeitet, muß der Feldmesser längere oder kürzere Meßstangen haben. Erstere gestatten eine schnellere und sicherere Messung der Linien, sind aber

---

* Hier zu Lande (in Graubünden) findet auch das „Klaftermaß" in Gestalt eines hölzernes Bogens, dessen Sehne die Länge eines Klafters besitzt, noch vielfach Anwendung zum Linienmessen auf dem Felde. Dasselbe liefert aber, wie die Meßkette, sehr ungenaue Resultate. Aehnlich wie die Meßkette sich auf unebenem Boden den Vertiefungen und Erhöhungen desselben immer mehr oder weniger anschmiegt und bei größern Abhängen unmöglich wagrecht gehalten werden kann und in Folge dessen immer zu lange Linien liefert; so auch das Klaftermaß, mit welchem in der Regel bergauf und bergab und allen Unebenheiten des Bodens folgend gemessen wird. Das Klaftermaß ganz besonders hat nur da eine berechtigte Anwendung, wo man von der grundfalschen Meinung ausgeht, daß man beim Feldmessen immer die wirkliche Oberfläche der Grundstücke ermitteln müsse.

auf stark geneigten Flächen und bei sehr unebenem Boden nicht immer anwendbar. Daher ist es am besten, wenn der Feldmesser sich mindestens zwei lange und zwei kurze Meßstangen verschafft, nach schweizerischem Maß am besten zwei von 20′ und zwei von 10′ Länge; wo das Klafter (36 □′) als Flächeneinheit dient, mögen Stangen in der Länge von 12′ und 18′ dienlicher sein. Warum je zwei derselben nöthig sind, werden wir unten bei Erörterung der Linienmessung zu begründen Anlaß haben.

Eine Meßstange muß, wie wir oben gesehen, eine Linie von bekannter, aber unveränderlicher Länge darstellen; ihre Anwendbarkeit in der Praxis erfordert zudem, daß sie nicht zu theuer sei und kein zu großes Gewicht habe. Auf diese Umstände muß bei ihrer Anfertigung Rücksicht genommen werden. Man verfertigt die Meßstangen aus Holz, das durch die Temperaturveränderungen in seiner Länge sich fast gar nicht ändert; ihre Dauerhaftigkeit ist größer, wenn dasselbe keine Aeste enthält. Um die Stangen geradlinig zu erhalten, werden sie aus je zwei, der Länge nach zusammen geleimten Stäben verfertigt und dann, wann sie außer Gebrauch sind, auf ebener Unterlage liegend aufbewahrt. Den, die Länge etwas verändernden und darum nachtheiligen Einflüssen der Feuchtigkeit baut man vor, indem man die Stange mit Oelfarbe anstreichen läßt. Endlich schützt man sie mit eisernen Beschlägen gegen die Abnutzung an den Enden.

Die Meßstangen von 20′ oder 18′ Länge werden rund gemacht, wobei sie an den Enden einen kleineren Durchmesser (6‴ bis 7‴ oder 18 bis 21 mm) erhalten als in der Mitte (12‴

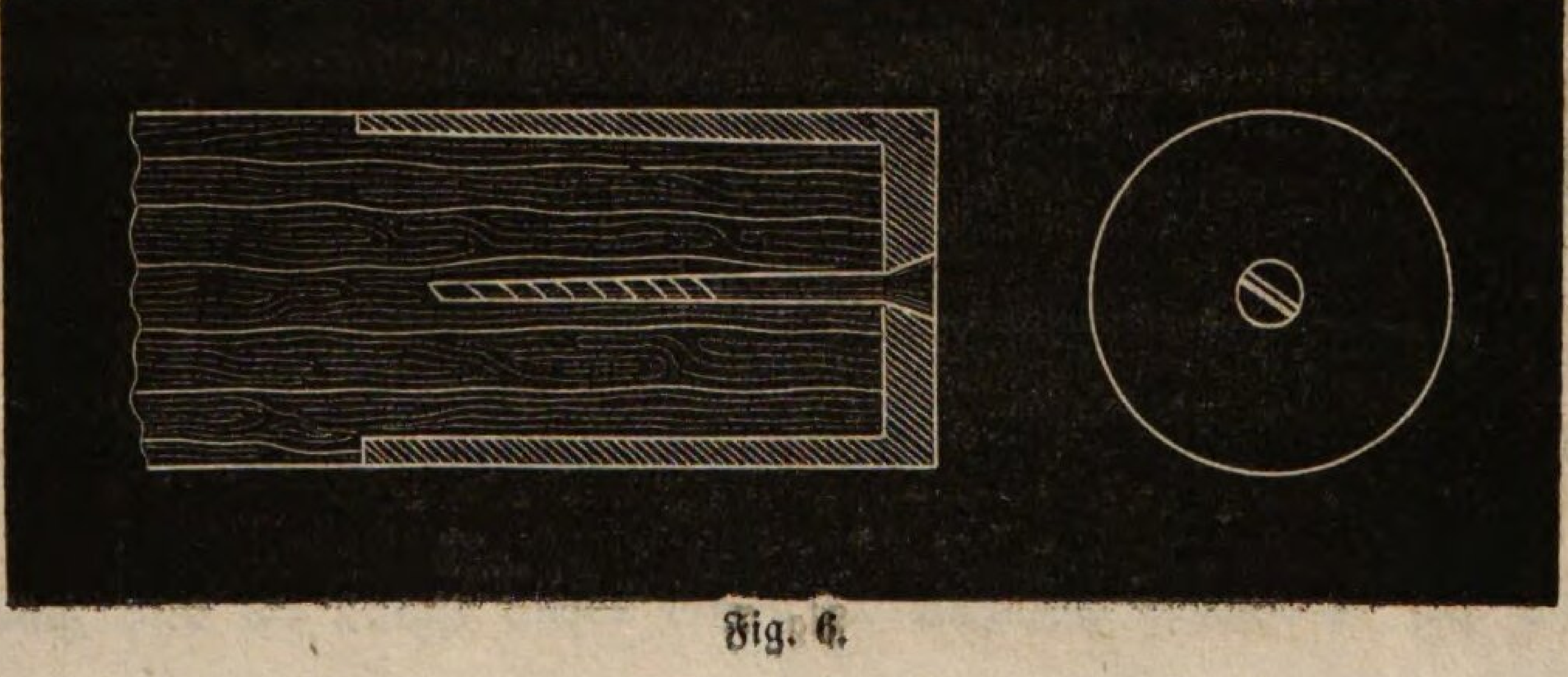


Fig. 6.

oder 36 mm). Die Beschaffenheit des Beschlages an den Enden ist aus Fig. 6 ersichtlich, die einen Längenschnitt und die Vorderansicht in natürlicher Größe zeigt.

Die Meßstangen von 10' oder 12' Länge erhalten durchgehends dieselbe Stärke und einen viereckigen Querschnitt von 10 auf 14 Linien oder von 30 auf 42 mm. Der Beschlag besteht hier aus einer, der Form der Stange entsprechenden Kappe, die mit seitwärts eingetriebenen Schrauben befestigt werden kann.

Ein uns befreundeter Fachmann machte den Verfasser bezüglich der Meßstangen von 10' Länge darauf aufmerksam, daß man sie billiger, solider und handlicher in runder Form und zwar je aus einem Stämmchen anfertigen lasse, wozu am besten sogenannte wind- oder selbstdürre Tannenstämmchen gewählt werden. Der Verfasser trägt um so weniger Bedenken, diese Bemerkung auch dem geneigten Leser mitzutheilen, als er die Richtigkeit derselben vollständig anerkennt. Der Grund, weßwegen er für die Meßstangen von 10' Länge einen rechteckigen Querschnitt vorgezogen hat, besteht wesentlich darin, daß runde Stangen von 10 Fuß Länge vermöge ihres unbedeutenden Gewichtes auf unebenem Boden sehr leicht rollen, was beim gleichzeitigen Gebrauch zweier Stangen sehr hinderlich werden kann.

Vor der Eintheilung müssen die Meßstangen auf ihre Richtigkeit durch Vergleichung mit einem Normalmaß sorgfältig geprüft sein. Wir empfehlen dem angehenden Feldmesser diese Vergleichung selbst zu besorgen, indem Handwerker von der hier zu fordernden Genauigkeit selten einen rechten Begriff haben. Die langen Meßstangen werden am besten in Fuße vermittelst schwarzer Striche auf weißem Grunde eingetheilt. Bei fünf und fünfzehn Fuß wendet man einen Doppelstrich an und bei zehn Fuß zwei starke Striche zu beiden Seiten des Theilstriches, um das Abzählen zu erleichtern. Ziffern können dann wegbleiben. Die Meßstangen von 10' und die von 12' Länge werden durch schwarze Striche auf weißem Grunde in Fuße abgetheilt und diese auf den gegenüberliegenden Seiten in entgegen-

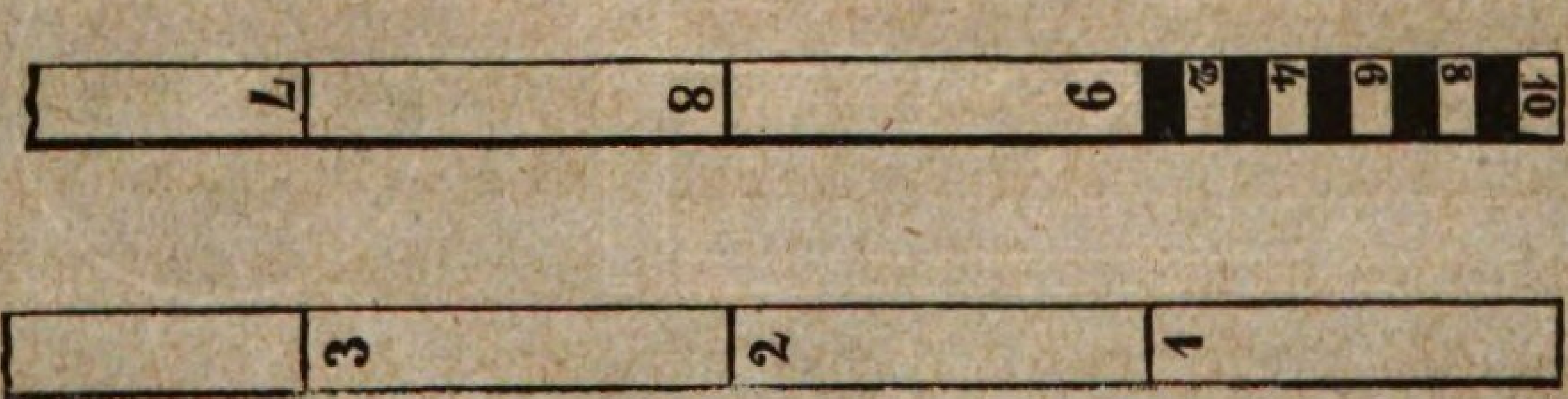


Fig. 7.

gesetzter Richtung numerirt. Die Fuße an den Enden werden zudem in Zolle abgetheilt, die abwechselnd schwarz und weiß angestrichen werden.

2. Der Senkelstock. Wie später gezeigt wird, sind die Meßstangen beim Messen der Horizontaldistanzen immer horizontal oder wagrecht zu halten. Dies bewirkt, daß zuweilen das eine Ende einer Stange den Boden nicht berührt, während das Ende einer zweiten Stange vertikal darunter auf den Boden gelegt werden muß, oder schon aufgelegt ist. Um nun in solchen Fällen die Richtung einer Vertikalen anzugeben, bedient sich der Feldmesser nicht des Senkels, wie auch schon empfohlen worden, sondern eines Senkelstocks (Fig. 8). Das ist ein cylindrischer Stab von gutem, leichtem Holze, der eine Länge von ungefähr 5′ (1,5 Meter) und einen Durchmesser von etwa 12‴ (36 mm) hat. Das untere Ende desselben ist mit einer schweren eisernen Spitze versehen, welche dem Stab die vertikale Richtung giebt und erhält, wenn er oben lose zwischen zwei Fingern gehalten wird. Um die Zahl der Werkzeuge nicht ohne Noth zu vermehren, kann der Feldmesser füglich den Senkelstock an seinem obern Ende zur Aufnahme der Kreuzscheibe einrichten lassen, damit er den Dienst eines Kreuzscheibestockes auch versehe.

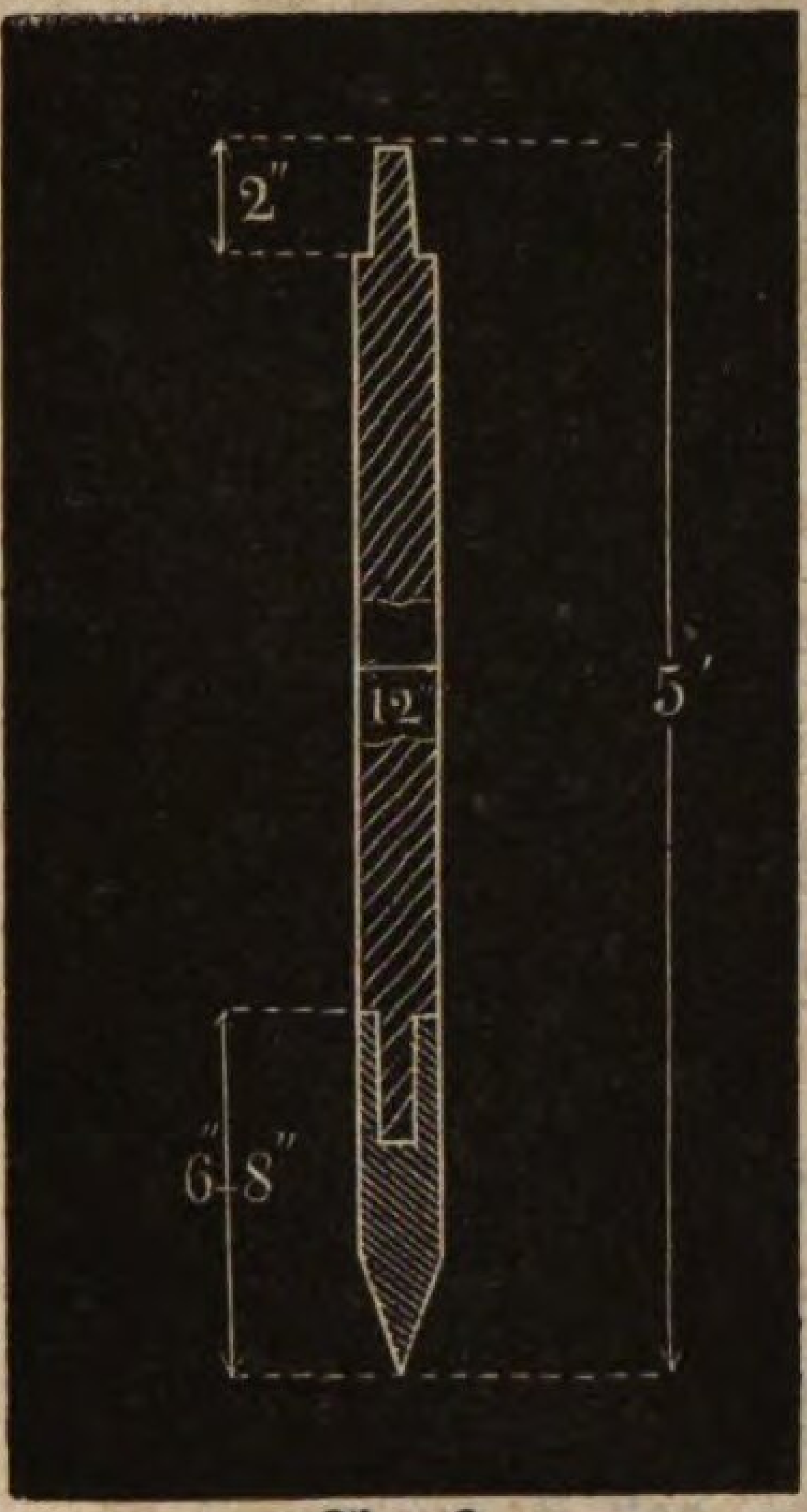


Fig. 8.

c. Instrumente zum Messen von Winkeln.

1. Die Kreuzscheibe. Aus dem, was wir früher über die Bestimmung der gegenseitigen Lage zweier Punkte gesagt haben, kann leicht gefolgert werden, daß beim Feldmessen die unmittelbare Verbindungslinie A B zweier Punkte nur dann als solche gemessen wird, wenn sie geradlinig und horizontal ist (Fig. 9). In allen andern Fällen wird für die schiefe Linie AB eine horizontale AD oder BC substituirt und die Länge dieser ermittelt. Aehnlich verhält es sich mit

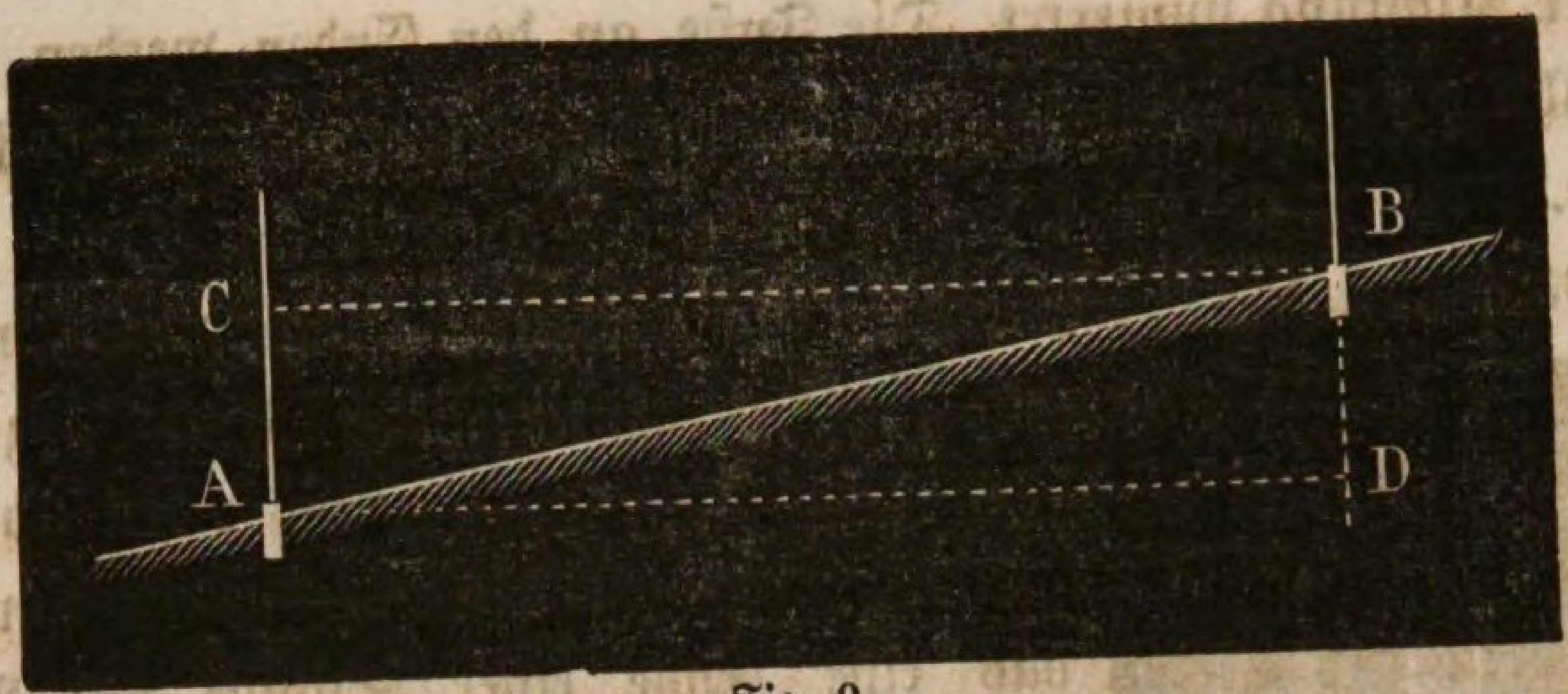


Fig. 9.

der Ermittlung der Winkel. Wenn von dem Winkel zwischen zwei Linien auf dem Felde die Rede ist, versteht man darunter den Winkel, den die betreffenden Horizontalabstände mit einander bilden, sofern die gegebenen Linien nicht selbst horizontal und ihren Horizontalabständen gleich sind. Zum bessern Verständniß kann man sich das Gesagte auch so zurecht legen. Seien A, B und C (Fig. 10) die Endpunkte eines Dreiecks auf dem Felde. Zur Ermittlung des Winkels, den die Horizontalabstände von AB und AC mit einander bilden und der bei der Konstruktion des Grundrisses einzig in Betracht kommt, denke man sich durch die drei Punkte vertikale Linien AA_1, BB_1 und CC_1 gelegt und von einer horizontalen Ebene (in A_1, B_1 und C_1) geschnitten; so können dann A_1B_1, B_1C_1 und A_1C_1 als die horizontalen Abstände von AB, BC und AC gelten, und die zwischen A_1B_1 und A_1C_1, dann zwischen B_1C_1 und B_1A_1 ꝛc. gebildeten Winkel A_1, B_1 u. s. w. sind diejenigen, worauf es hier ankommt. Aus der angegebenen Konstruktion selbst kann man sich leicht überzeugen, daß nur dann die Winkel bei A_1, B_1 und C_1 beziehungsweise gleich denjenigen bei A, B und C sein werden, falls die Verbindungslinien AB, BC und CA gerade und horizontal sind. Die in unserer Figur konstruirten Linien A_1B_1, B_1C_1 und C_1A_1 heißen auch, wie wir das schon einmal gesagt haben,

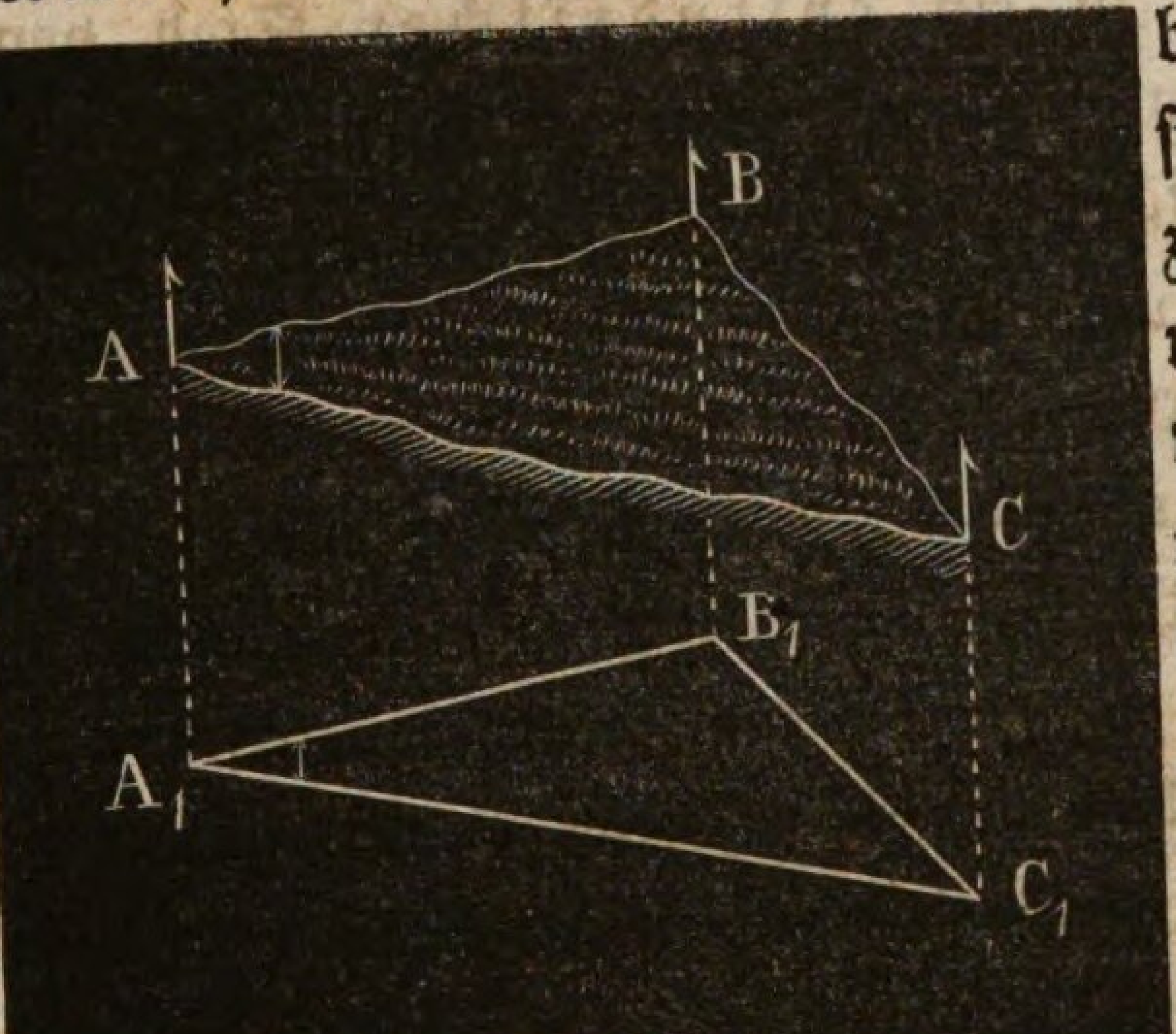


Fig 10.

die horizontalen Projektionen von AB, BC und BA, wie denn auch das Dreieck $A_1 B_1 C_1$ die horizontale Projektion des Dreiecks ABC genannt wird. Mit Benutzung dieser Benennung können wir auch sagen: Unter dem Winkel, den zwei Linien auf dem Felde mit einander bilden, versteht man eigentlich immer den Winkel, den ihre horizontalen Projektionen oder Grundrisse einschließen, sowie man unter Messung eines Winkels immer die Ermittlung der Größe seiner Horizontalprojektion versteht.

Diese Anschauungsweise liegt nun auch der Konstruktion und Anwendung sämmtlicher für das Feldmessen bestimmten Winkelmeßinstrumente zu Grunde. Wir mußten daher obige Erörterung vorausschicken, damit das Nachfolgende verstanden werde.

Die Kreuzscheibe, von der wir hier zu sprechen haben, ist ein Instrument, um rechte Winkel zu messen und abzustecken, d. h. die Kreuzscheibe soll immer Winkel angeben, deren Horizontalprojektionen rechte Winkel sind. Zu dem Ende enthält die Kreuzscheibe zwei Visirebenen E_1 und E_2 (materielle Ebenen, in deren Richtung gezielt werden kann), welche auf einander senkrecht stehen und beim Gebrauch so aufgestellt werden, daß ihre Schnittlinie SL vertikal ist. Es hält nicht schwer, sich davon zu überzeugen, daß wenn zwei Ebenen E_1 und E_2 senkrecht zu einander gegeben sind und ihre Schnittlinie SL vertikal ist, die

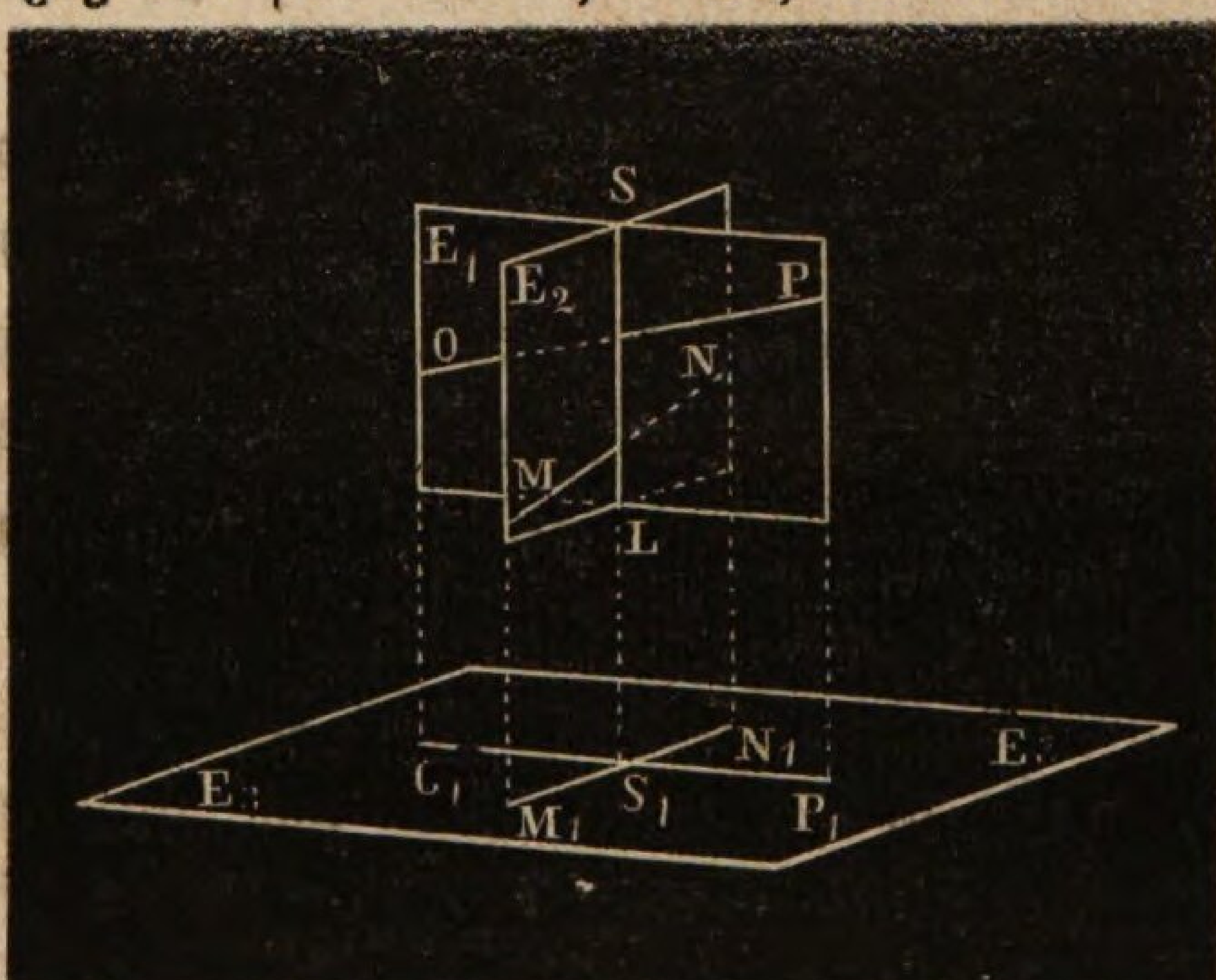


Fig. 11.

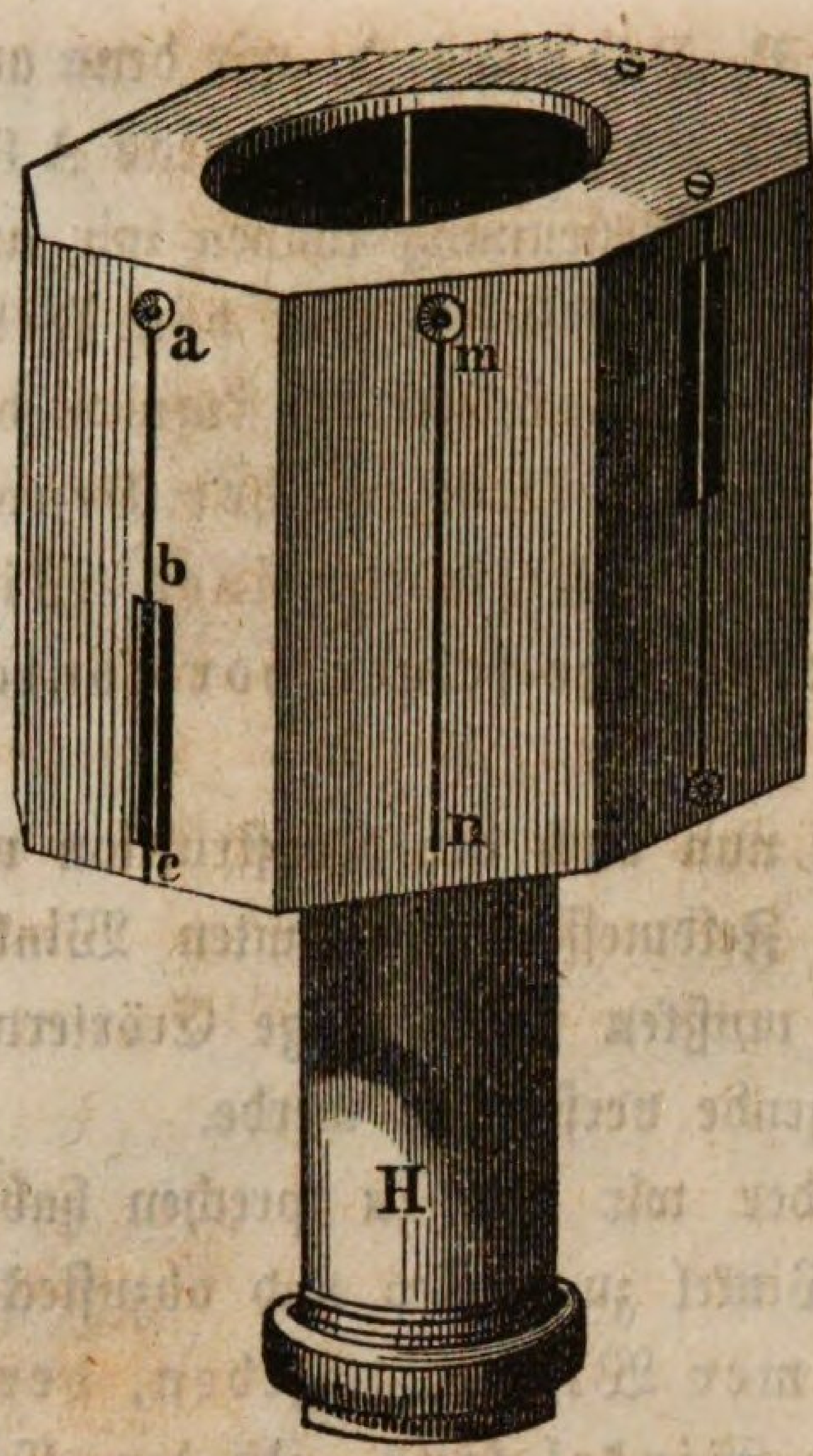


Fig. 12.

horizontalen Projektionen M_1N_1 und O_1P_1 zweier beliebigen Linien MN und OP in diesen Ebenen rechte Linienwinkel bilden müssen.

Die wirkliche Kreuzscheibe besteht aus zwei Theilen, aus dem Stock und dem eigentlichen Instrumente. Ersterer ist ein fester, runder hölzerner Stab von 12‴—13‴ (36—39 mm) Durchmesser und 5 Fuß oder 1,5 Meter Länge, der unten eine schwere eiserne Spitze trägt und oben in Form eines Zapfens abgedrechselt ist, auf welchen die Hülse der Kreuzscheibe aufgesteckt werden kann. Das Instrument besteht, außer der eben erwähnten Hülse (H, Fig. 12), aus einem runden oder auch achtseitig prismatischen hohlen Körper von Messing, dessen Durchmesser 2″ 5‴ bis 3″ oder 7,5 bis 9 cm und dessen Höhe cirka 4″ oder 12 cm beträgt. Die Visirebenen, von denen oben die Rede war und die das Wesentliche an der ganzen Vorrichtung sind, werden entweder durch gegenüberliegende Schauritzen (mn), d. h. geradlinige Einschnitte, oder durch Fadendiopter, d. h. durch geradlinige Einschnitte (ab) und korrespondirende Fäden (bc) dargestellt, die beim Gebrauch in vertikalen Ebenen liegen müssen. Wir betrachten nur eine achtseitige Kreuzscheibe mit Fadendiopter näher, da man jede andere Konstruktion leicht wird verstehen und beurtheilen können, wenn man diese richtig kennt.

In einer solchen Kreuzscheibe ist jede Visirebene durch einen geradlinigen Einschnitt mn auf der einen und durch einen mitten durch eine rechteckige Oeffnung gezogenen Faden op auf der gegenüberliegenden Seite dargestellt (Fig. 13). Damit das Instrument seinem Zweck entsprechen könne, müssen nun:

1. Die Schauritze m n und der Faden o p eine wirkliche Ebene darstellen, und
2. die beiden Visirebenen auf einander senkrecht stehen.

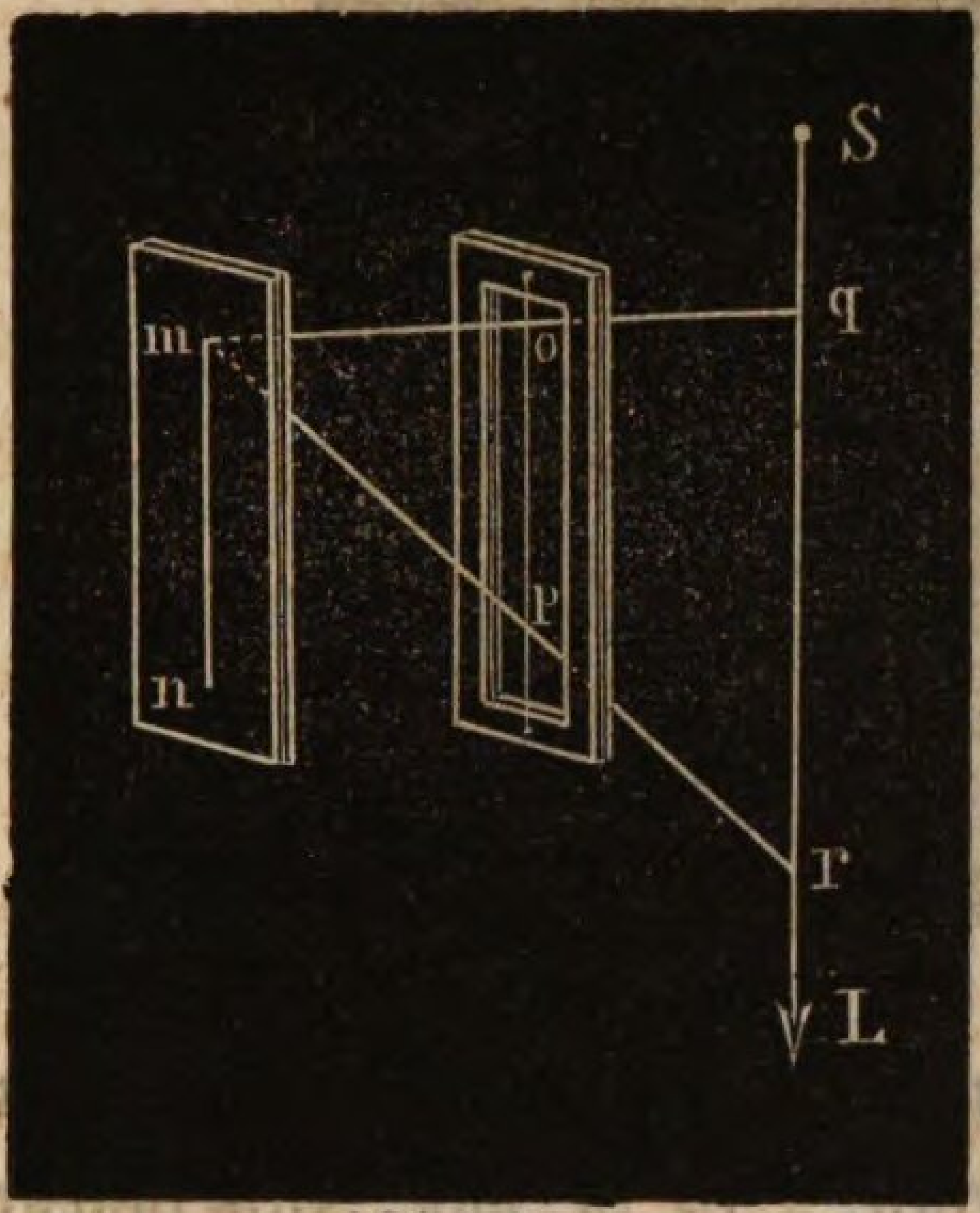


Fig. 12.

Von dem Vorhandensein der ersten Bedingung kann man sich dadurch überzeugen, daß man sich eine materielle Ebene verschafft, in welcher drei Punkte der Linien m n und o p liegen, und dann untersucht, ob alle übrigen Punkte der beiden Linien in derselben liegen. Der Leser wird mit uns einverstanden sein, daß wenn diese Bedingung zutrifft, die Linien m n und o p als Repräsentanten einer Ebene gelten können. Jene materielle Ebene erhält man, indem man (in einer Entfernung von 30′—40′ oder 10—12 m ungefähr) einen Senkel an einer weißen Mauerfläche aufhängt und dann die Kreuzscheibe so aufstellt, daß die Visirlinien über einen und denselben Punkt m der Schauritze und über den höchsten und tiefsten Punkt o p des Fadens die Senkelschnur (in q und r) treffen. Wenn dann bei unveränderter gegenseitiger Lage des Instrumentes und der Senkelschnur die Visuren über einen Punkt von m n und alle Punkte von o p, so wie die Visuren über einen Punkt von o p und alle Punkte von m n die Senkelschnur treffen, ist das Instrument soweit in der Ordnung. Es ist klar, daß ein neues Instrument einer solchen Prüfung von Visirebene zu Visirebene unterworfen werden muß und daß ein fehlerhaftes nicht gebraucht werden darf.

Was die Erfüllung der zweiten Bedingung, die senkrechte Lage der beiden Visirebenen zu einander, anbelangt, so überzeugt man sich leicht von der Beschaffenheit des Instrumentes, indem man dasselbe auf dem Felde in einem beliebigen Punkte P aufstellt und mit seiner Hülfe zwei (angeblich) zu einander senkrechte Linien A B und C D absteckt. Hierauf dreht man die Kreuzscheibe an Ort und Stelle so lange, bis die Visirebene der Richtung A B genau in die Rich-

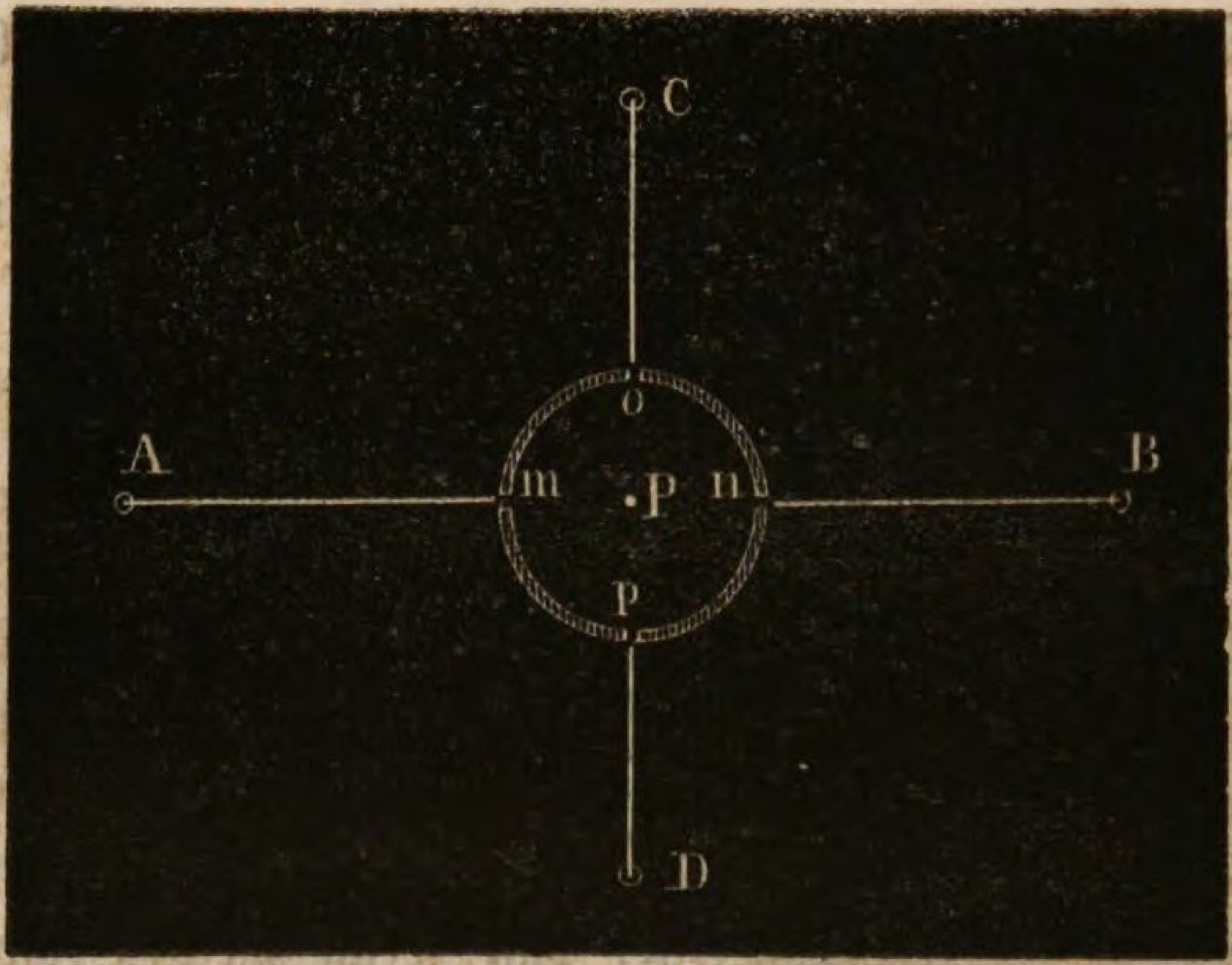


Fig. 14.

tung CD gelangt ist. Zeigt sich dann, daß auch die Visirebene von CD mit der Richtung AB zusammenfällt, so ist das Instrument auch in dieser Beziehung in der Ordnung. Denn die von ihm als rechte Winkel angegebenen Winkel sind einander gleich und zugleich Nebenwinkel. Es ist von Werth, bei dieser Probe, die keinem neuen Instrumente erlassen werden darf, die Linien AB und CD nicht zu kurz abzustecken (50′ bis 60′ oder etwa 20 m).

Eine Kreuzscheibe ist um so besser, je feiner und genauer die Visirebenen sind und je größer ihr Durchmesser ist. Die Feinheit der Schauritze und des Visirfadens hat indessen eine Grenze in der Unvollkommenheit unseres Auges. Die Kreuzscheibe ist für den angegebenen Zweck bei jeder Bodenart brauchbar.

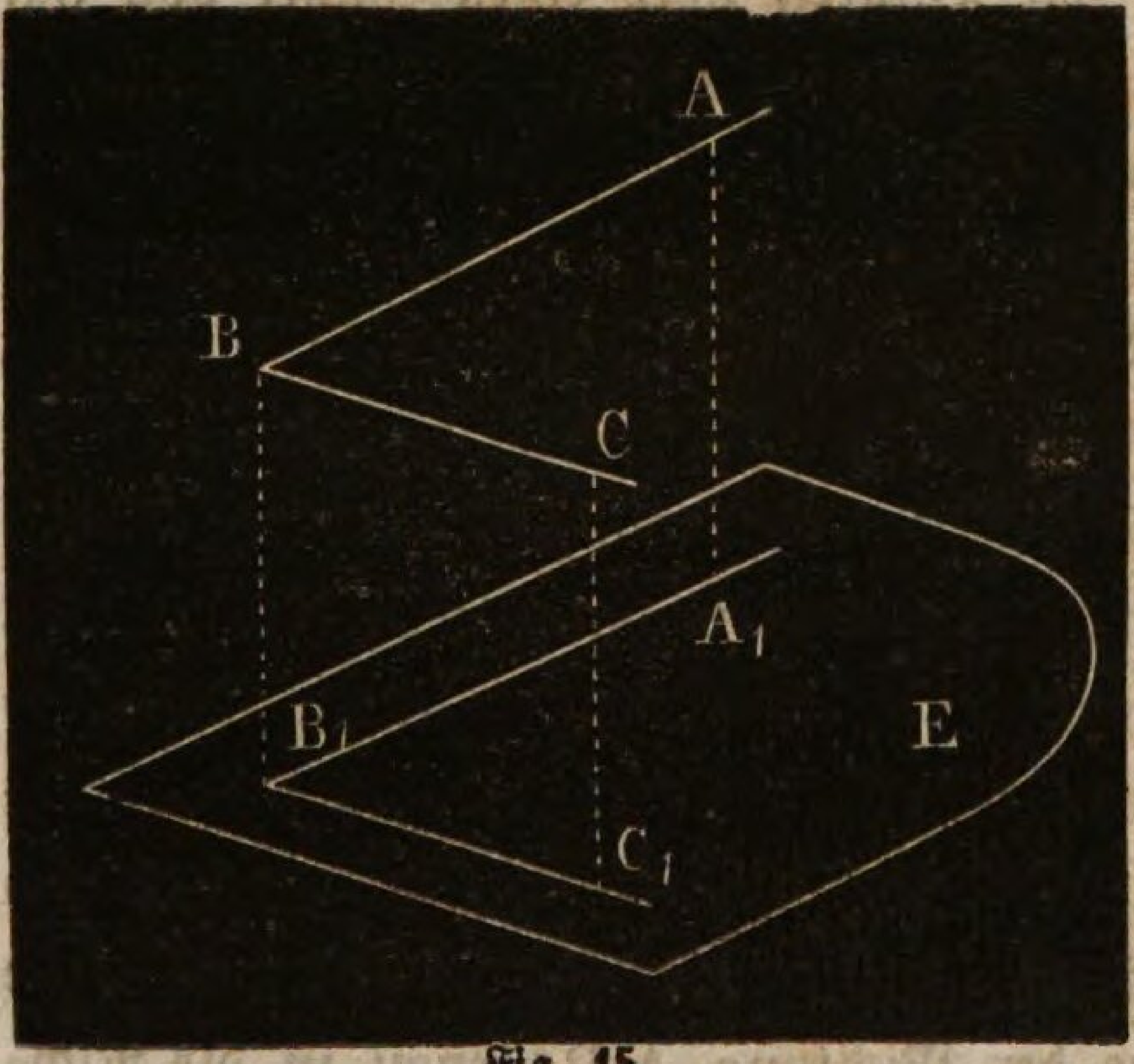


Fig. 15.

2. Der Winkelspiegel ist ein Instrument, das uns einen rechten Linienwinkel angiebt, d. h. es kann zur Messung und Absteckung eines rechten Linienwinkels dienen. Da

nun die horizontale Projektion $A_1 B_1 C_1$ (Fig. 15) seines rechten Linienwinkels A B C nur dann ein rechter (Linien-) Winkel ist, wenn mindestens der eine Schenkel von A B C horizontal (parallel zur Projektionsebene) ist, wie man sich leicht überzeugen kann, wenn man durch A B und B C vertikale Ebenen gelegt und diese von einer horizontalen Ebene geschnitten denkt; so folgt daraus, daß für Zwecke des Feldmessens die Anwendbarkeit des Winkelspiegels im Allgemeinen nur auf horizontalem Boden statthaft ist. Aus diesem Grunde ist derselbe weniger verbreitet als die Kreuzscheibe.

Ein Winkelspiegel (Fig. 16) besteht aus einem dreiseitig prismatischen Gehäuse von Messing, dessen Höhe ungefähr 12''' (36 mm) und dessen Grundkanten etwa 14''' (42 mm) messen. Grund- und Deckfläche sind vollständig geschlossen; von den Seitenflächen fehlt eine ganz, die beiden andern sind oben fensterartig durchbrochen.

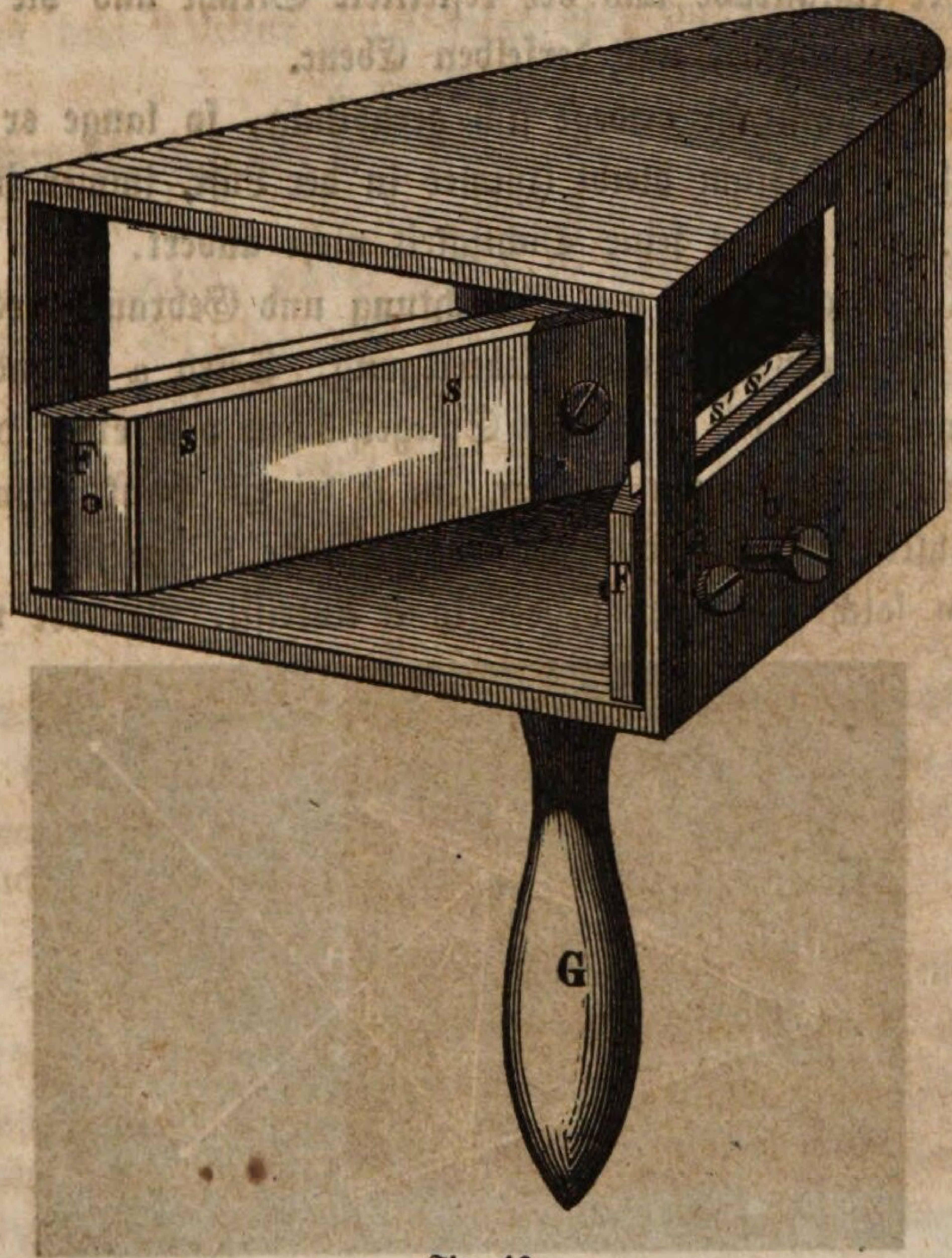


Fig. 16.

Auf der innern Seite der zuletzt genannten Seitenflächen sind unter den Fensteröffnungen einander gegenüberstehende Spiegelflächen (s s und s' s') so angebracht, daß vermittelst Schrauben (a und b) der von ihnen gebildete Flächenwinkel geändert werden kann. In die untere Bodenfläche ist ein kleiner Griff eingeschraubt, an welchem das Instrument bei seinem Gebrauch von Hand gehalten wird.

Einrichtung und Gebrauch des Winkelspiegels gründen sich auf die Gesetze über die Bewegung des Lichtes. Besonders in Betracht kommen die Sätze über Spiegelung und Bewegung des Lichtstrahls in homogenen Medien:

1. Wenn ein Lichtstrahl eine Spiegelfläche trifft, so wird er so reflektirt, daß der einfallende Strahl und der zurückgeworfene Strahl mit der Normalen zur Spiegelfläche (mit dem Einfallsloth) gleiche Winkel bilden.
2. Der einfallende und der reflektirte Strahl und die Normale liegen in einer und derselben Ebene.
3. Ein Lichtstrahl bewegt sich geradlinig, so lange er in demselben Medium bleibt (immer in der Luft, immer im Wasser rc.) und dieses seine Dichtigkeit nicht ändert.

Zum Verständniß von Einrichtung und Gebrauch des Winkelspiegels führt etwa folgende Ueberlegung. Seien a b und b c die Linien, nach welchen die beiden Spiegelflächen von einer dazu senkrechten Ebene geschnitten werden. In P sei ein Punkt, von welchem Lichtstrahlen ausgehen und die Spiegelfläche b c treffen. Verfolgen wir einen solchen Strahl t, der in c eintrifft. Derselbe wird dort

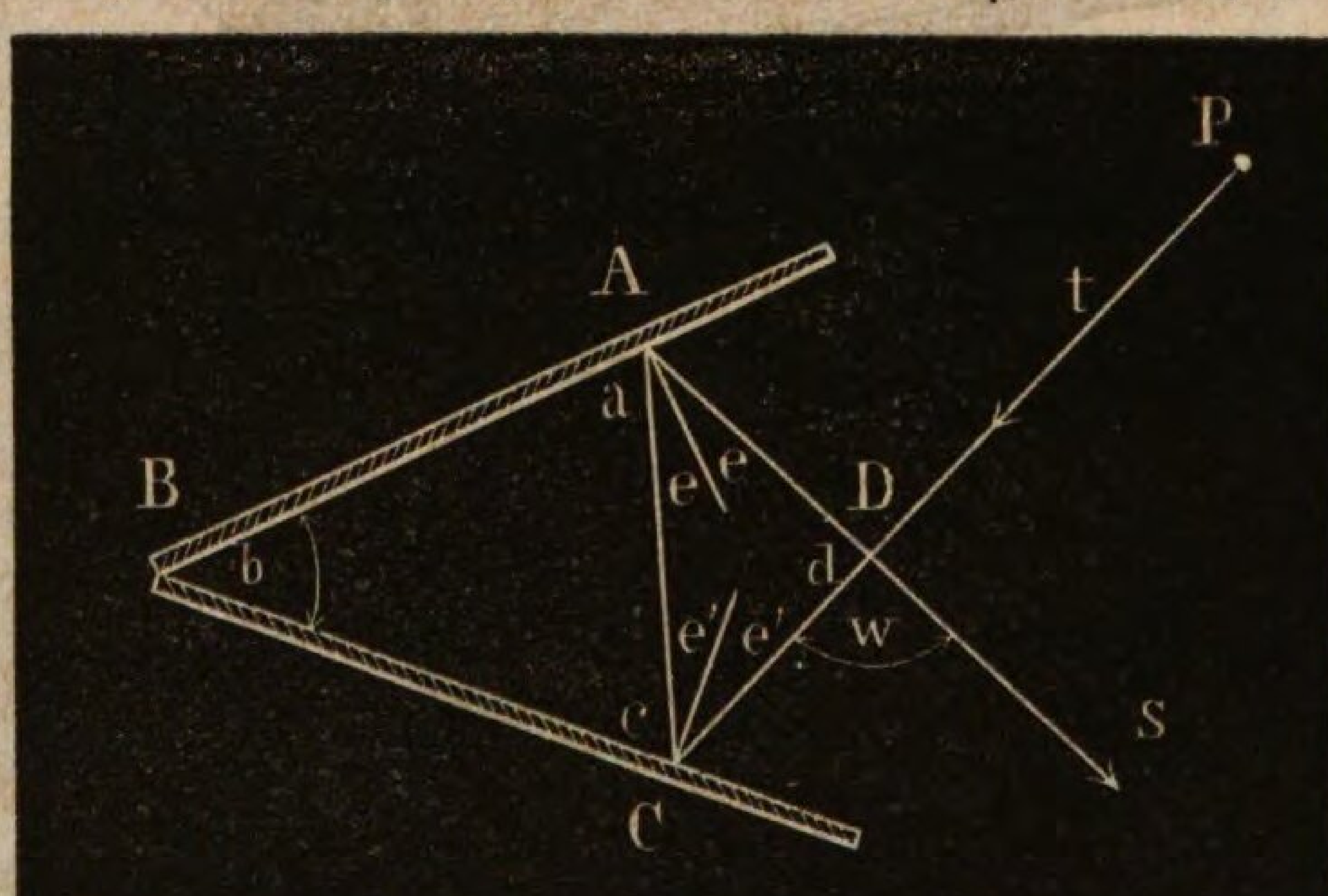


Fig. 17.

so zurückgeworfen, daß seine Fortsetzung ca mit der Normale denselben Winkel bildet ($e' = e'$), wie tc. Ebenso werden bei a die Winkel von ca und sa mit der Normale gleich groß sein ($e = e$). Mit Berücksichtigung dieser Umstände, so wie des Satzes, daß in jedem ebenen Dreieck die Winkelsumme gleich einem flachen Winkel ist, wird man — die Winkel in Gradmaß ausgedrückt — ohne große Mühe finden:

In dem Dreieck abc ist: $a + b + c = 180^0$

Nach dem Reflektionsgesetz und Konstruktion ist: $c = 90^0 - e'$

und $a = 90^0 - e$

folglich: $a + c = 180^0 - (e + e')$

Durch Substitution dieses Werthes für $a + c$ in obige Gleichung ergiebt sich: $b + 180^0 - (e + e') = 180^0$

woraus: $b = e + e'$

Aus dem Dreiecke acd folgt aber für den Außenwinkel w bei d: $w = 2e + 2e' = 2(e + e')$

oder, indem für $e + e'$ der Werth b eingesetzt wird:

$$w = 2b$$

d. h. der Winkel, unter welchem der doppelt reflektirte austretende Strahl den einfallenden trifft, ist doppelt so groß wie der Winkel, den die Spiegelebenen mit einander bilden. Nun muß für die Zwecke des Winkelspiegels der Winkel w ein rechter Winkel sein, woraus:

$$b = \frac{w}{2} = \frac{90^0}{2} = 45^0$$

folgt, d. h. die Spiegelebenen müssen so zu einander gestellt sein, daß sie einen Winkel von 45^0 mit einander bilden.

Genau gesagt, sollte dies eigentlich so lauten: „Die Spiegelebenen müssen einen solchen Flächenwinkel mit einander bilden, dessen Linienwinkel 45^0 mißt."

Die Benutzung des Winkelspiegels, die wir wegen der Prüfung desselben schon an dieser Stelle erörtern müssen, und die sich auf Angabe einer Senkrechten zu einer gegebenen Linie in einem gegebenen Punkte beschränkt, ist nun folgende. Man habe im Punkte P der Geraden AB eine Senkrechte zu errichten. Dazu stellt sich

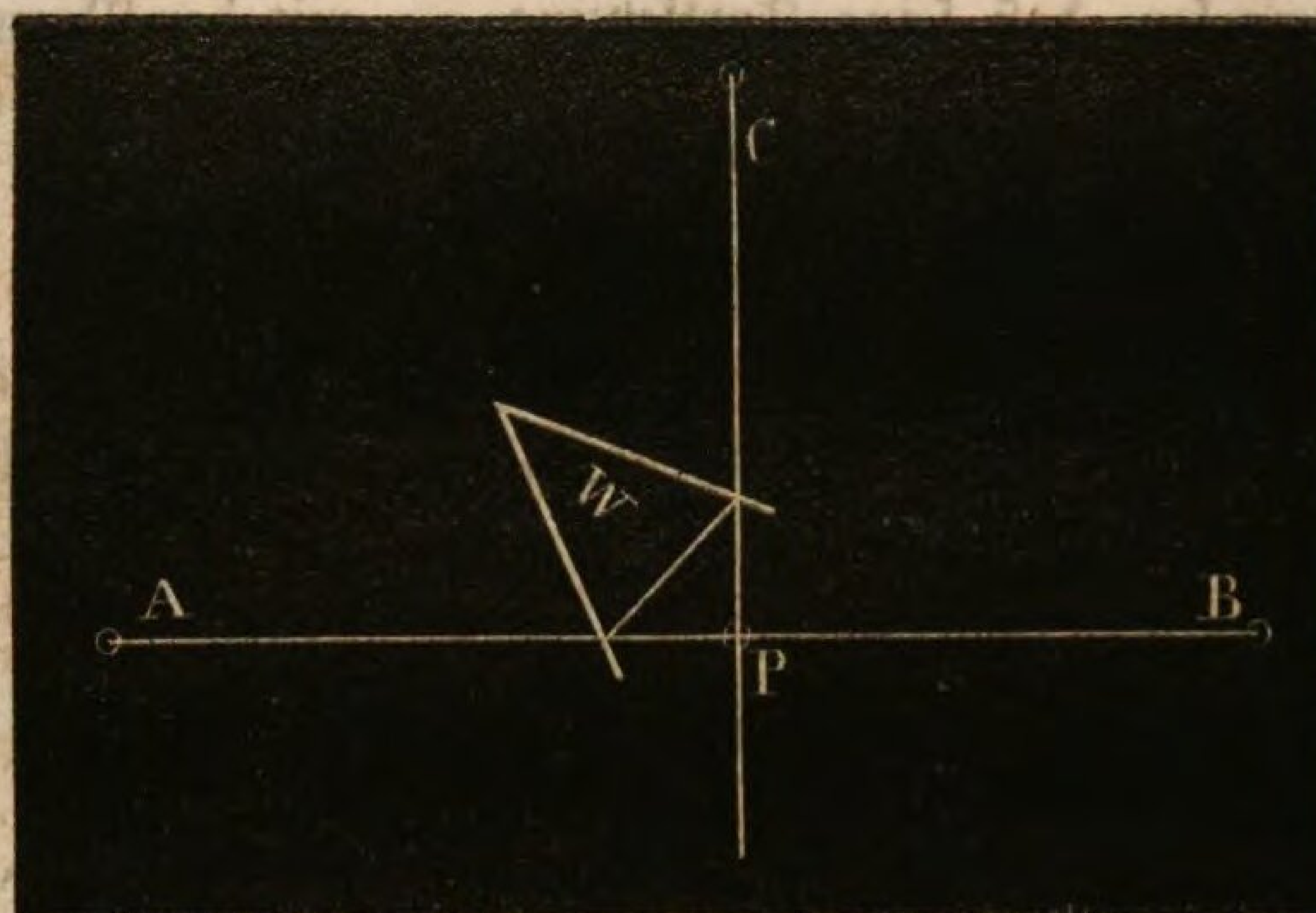


Fig. 18.

der Feldmesser so bei P auf, daß er den Winkelspiegel vertikal über P hält, die Oeffnung des Spiegels beispielsweise nach B gekehrt, die Spiegelebenen vertikal. Dann dreht er das Instrument so, daß er in der ihm gegenüberliegenden Spiegelfläche a b das Bild der Stange bei B sieht; die Richtung P C, in welcher er diese Stange sieht, ist die der Senkrechten, und der Feldmesser kann auf derselben einen Punkt fixiren, indem er ob dem Spiegelbilde durch die Fensteröffnung schaut.

Ob der Winkelspiegel richtig konstruirt ist, findet man leicht, wenn man in demselben Punkte P einer Geraden A B eine Senkrechte errichtet, indem man zuerst das Spiegelbild der Stange bei A und dann dasjenige der Stange bei B verwendet, also das eine Mal die Oeffnung des Instrumentes nach A, das andere Mal nach B wendet. Erhält man in beiden Fällen dieselbe Senkrechte, so ist der Spiegel offenbar richtig. Andernfalls muß man mit Hülfe der Schrauben a und b, welche die Spiegelfassungen an die Wand des Gehäuses befestigen, den Fehler berichtigen. Vorausgesetzt wird dabei, daß man den Spiegel auf horizontalem Boden geprüft habe; auf geneigtem Boden giebt auch ein richtiger Winkelspiegel fehlerhafte Ergebnisse.

Gemäß der früher uns auferlegten Einschränkung können wir das Hauptinstrument zum Winkelmessen (zur Ermittlung der Größe beliebiger Winkel in Gradmaß), den Theodolit, nicht behandeln, da zur Verwerthung der Ergebnisse einer Winkelmessung mit dem Theodolit Kenntniß der Trigonometrie und der analytischen Geometrie nothwendig ist.

d. Instrumente zum Aufschreiben und Aufzeichnen der Messungsergebnisse.

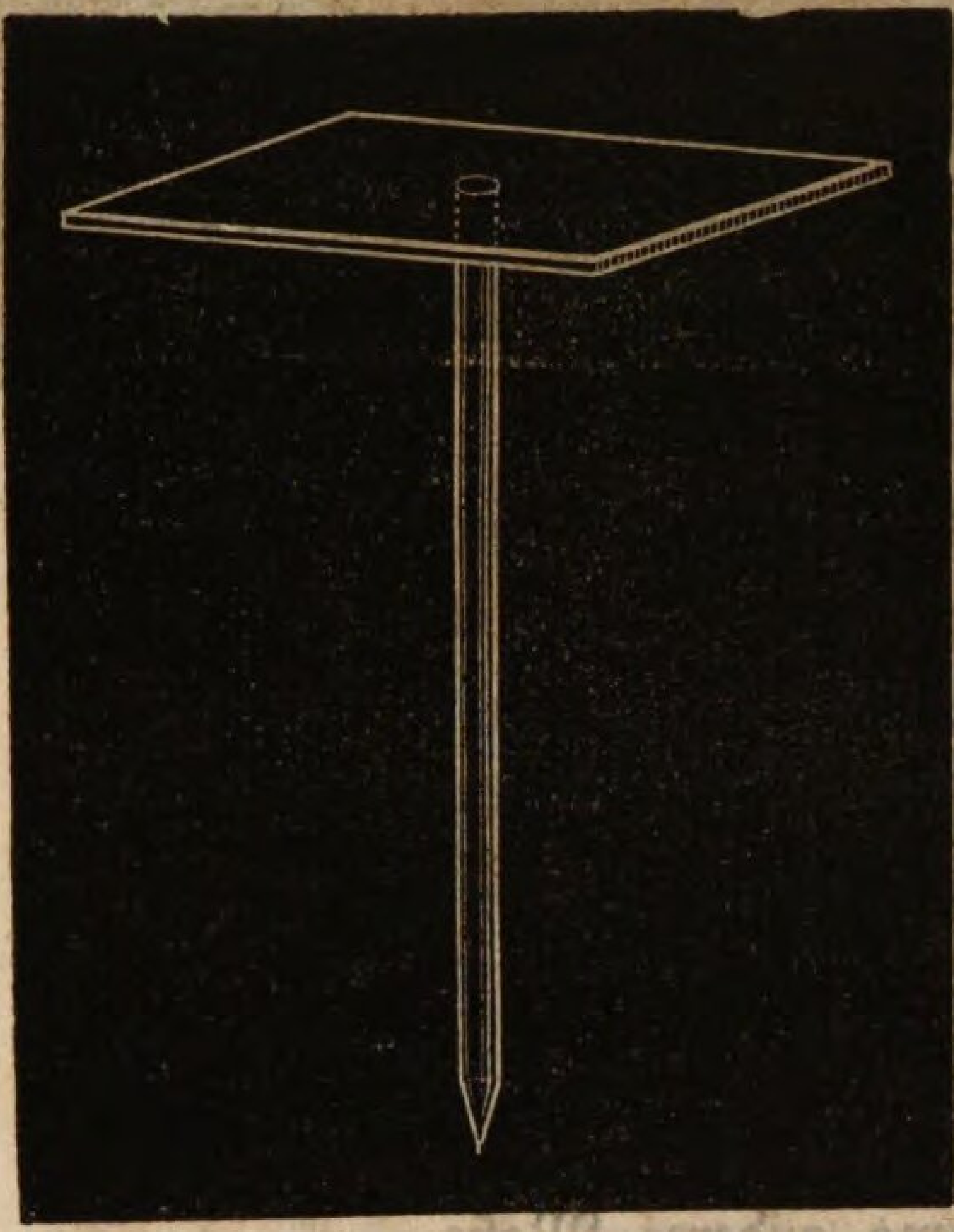


Fig. 19.

1. Der Skizzirtisch. Von den verschiedenen Vorrichtungen, um die Ergebnisse der Messung aufzuschreiben und aufzuzeichnen, bewährt sich der Skizzirtisch praktisch weitaus am besten, weil mit dessen Hülfe jene Ergebnisse leicht so verzeichnet und aufgeschrieben werden können, daß die Skizze alles zur Berechnung, Zeichnung und allfällig auch Verwandlung der gemessenen Flächen Nothwendige enthält und außerdem diesen in hohem Grade ähnlich ist. Der Skizzirtisch besteht aus einem dünnen Brette von weichem Holz, das quadratförmig ist und eine Seitenlänge von 14″ bis 18″ (48 cm bis 54 cm) hat. Eine ziemlich starke Querleiste, senkrecht zur Faser auf der untern Seite angebracht, giebt dem Brette die nöthige Festigkeit und den erwünschten Anhaltspunkt, um einen cirka 3′ (9 dm) langen, runden Fuß zu befestigen. Die Spitze dieses Fußes braucht nicht beschlagen zu werden.

2. Die Maßstäbe. Zur Ausführung der Skizzen bedarf man, außer Papier, Bleistift und Zeichnungsstifte, eines getheilten Stäbchens von Hartholz, das den vierfachen Dienst des Maßstabes und Lineals, eines rechten Winkels und einer Visirvorrichtung zu versehen hat. Dieses Stäbchen erhält am besten die Form eines drei- und gleichseitigen Prismas mit einer Länge von etwa 15″ (45 cm) und einer Querschnittsseite von 4‴—5‴ (12 mm bis 15 mm). Die Theilung wird auf zwei Seiten in entgegengesetzter Richtung und so angebracht, daß die Verbindungslinie zweier gegenüberliegenden Haupttheilstriche auf der Längenkante senkrecht steht. Untenstehende Zeichnung giebt die Theilung im Grundriß. Was den

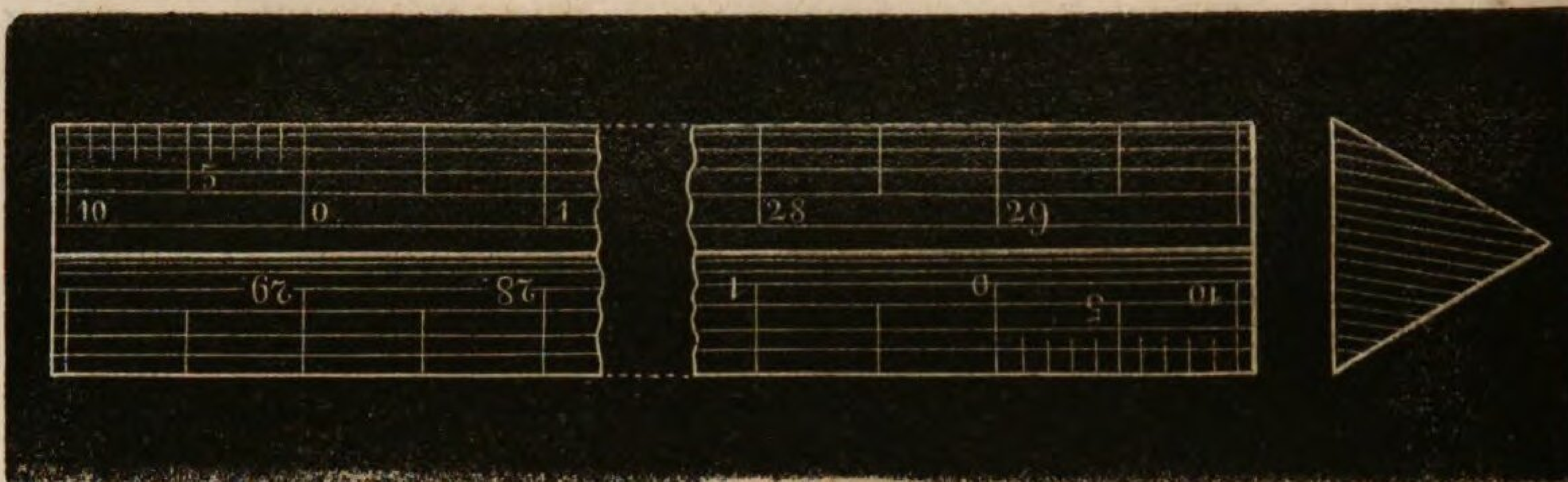


Fig. 20.

absoluten Werth der einzelnen Theile anbelangt, so hängt der von der Verjüngung ab, die man beim Skizziren anwenden will. Wenn der Feldmesser drei solcher Stäbe sich anfertigt und auf dem einen die kleinsten Theile gleich 0,5''' macht, auf dem zweiten gleich 1,0''' und auf dem dritten gleich 2,0''', so hat er Maßstäbe so ziemlich für alle Vorkommenheiten. Der erste Maßstab dient dann für Verjüngungen von 1 : 200, 1 : 2000 u. s. w. Der zweite für 1 : 100, 1 : 1000 u. s. w. Der dritte für 1 : 50, 1 : 500, 1 : 5000 u. s. w. Aehnliches ergiebt sich bei Benutzung anderer Maße.

Von den andern Materialien zum Skizziren erwähnen wir bloß, daß das Papier gut und fest, der Bleistift eher hart sein muß.

Einer speziellen Besprechung der weitern Hülfsmittel für das Feldmessen glauben wir uns entheben zu dürfen.

II. Die Arbeiten des Feldmessers.

a. Kenntnißnahme der zu vermessenden Grundstücke, Aussteckung und Eintheilung derselben.

1. **Besichtigung und Aussteckung der Grundstücke mit dem Eigenthümer derselben.** Wenn irgendwo vorsichtige und allseitige Ueberlegung der auszuführenden Arbeit vor dem Beginne derselben anempfohlen werden muß, so ist das beim Feldmessen der Fall. Man erspart sich dadurch nicht bloß viel vergebene Mühe und unnützen Zeitaufwand, sondern gar oft auch bittere Unannehmlichkeiten.

Vor Allem lasse sich der Feldmesser vom Eigenthümer das zu vermessende Grundstück vollständig zeigen; zu dem Zwecke begehe er mit dem Eigenthümer die Grenzen und lasse sich die Marksteine

und andere Grenzbestimmungen angeben. Nicht gehörig vermarkte Grundstücke sollte man nie zu vermessen übernehmen, weil man doch das Ergebniß der Messung später nicht gehörig verantworten kann. * Bei dieser Besichtigung des Grundstückes bezeichnet der Feldmesser die einzelnen Marksteine mit Signalstangen, die vertikal und so aufzustellen sind, daß sie die von den Marksteinen bestimmten Grenzlinien möglichst genau angeben. Wo natürliche Grenzen von mehr krummliniger Gestalt vorhanden sind, wird der Feldmesser dieselben auf gebrochene geradlinige Formen zurückführen, ohne die Fläche des Grundstückes zu vergrößern oder zu verkleinern. Die einzelnen Endpunkte solcher Grenzzüge bezeichnet er vorläufig mit Meßpflöcken, wobei er aber die Vorsicht haben wird, diese der Nummer nach zu verwenden, damit er später aus der Zahl der verwendeten Pflöcke und der aufgenommenen Punkte sich von der Vollständigkeit der Aufnahme überzeugen kann. Der gewissenhafte Feldmesser betrachtet es überhaupt als seine Pflicht, von all den Mitteln Gebrauch zu machen, welche seine Arbeit kontroliren und ihre Richtigkeit bestätigen.

2. Eintheilung der Grundstücke. Nachdem der Feldmesser in der angedeuteten Weise die einzelnen Eck- oder Grenzpunkte des Grundstückes bezeichnet hat, wird er sich die Zahl und gegenseitige Lage derselben vergegenwärtigen und dann den Plan für die Ausführung der Arbeit entwerfen. Es kommen dabei, außer der Grenze, oft auch innere Beschaffenheiten des Grundstücks in Betracht: ob dasselbe überall zugänglich ist, ob auch Gegenstände im Innern zu vermessen sind (Gebäulichkeiten, Straßen ꝛc.). In allen Fällen aber sucht er die zu vermessenden Flächen auf Dreiecke oder auf Trapeze oder auf beiderlei zurückzuführen oder in solche zu zerlegen.

---

* Mancherorts bestehen hierüber gesetzliche Vorschriften derart, daß jeder Vermessung eine gehörige Vermarkung der Grundstücke vorausgehen muß. Wo dies der Fall ist, wird sich der Feldmesser gern darnach richten, da die Befolgung dieser Vorschriften auch in seinem Interesse liegt.

Eine dreieckige Fläche ABC wird als solche ohne weitere Eintheilung gemessen, sofern diese nicht durch anderweitige Umstände geboten ist. Direkt gemessen werden von einem größeren

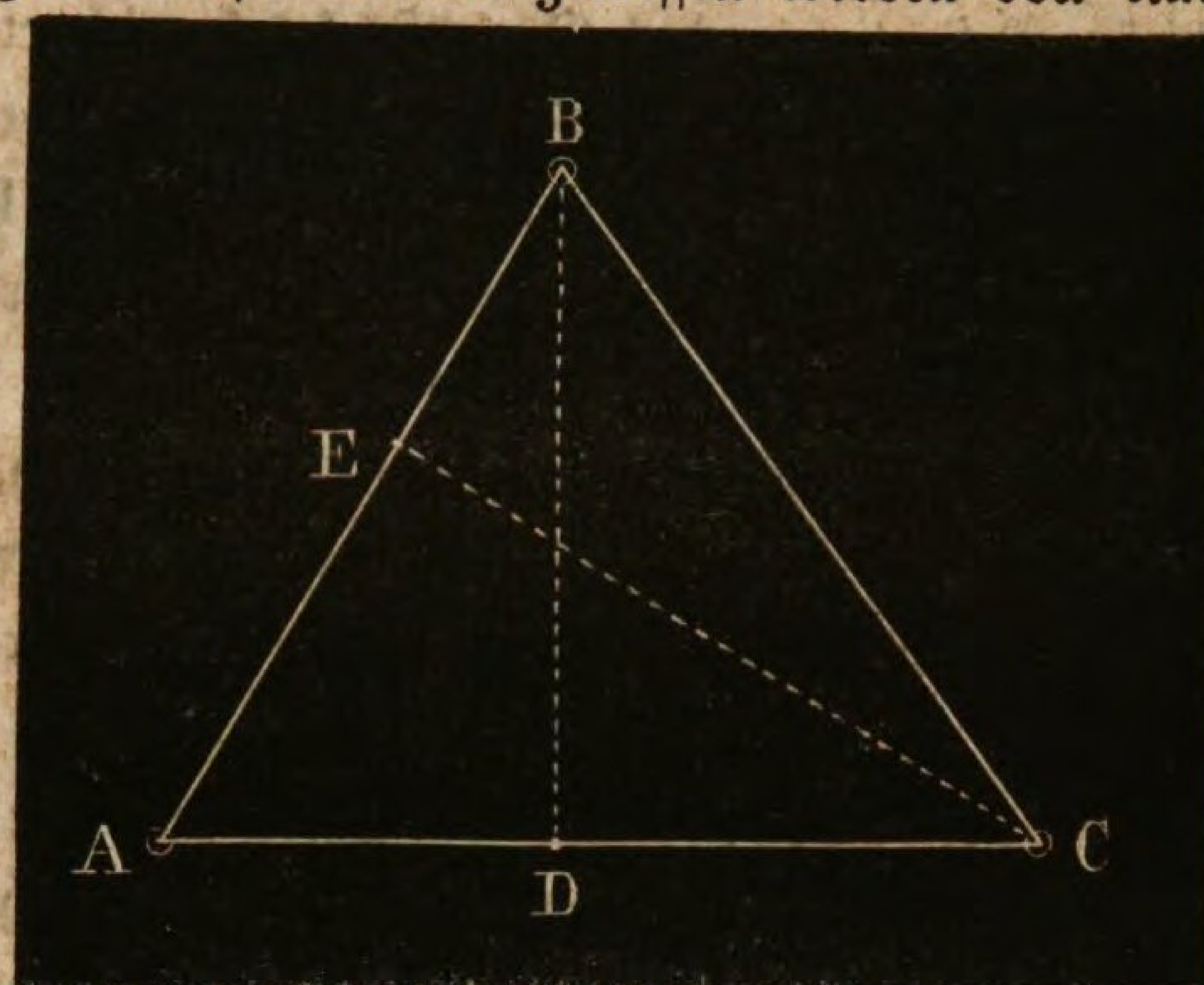


Fig. 21.

Dreieck alle drei Seiten und zwei Höhenlinien; erstere sind für eine genaue Zeichnung, letztere zu einer (doppelten) Berechnung des Flächeninhalts nothwendig. Bei kleineren Dreiecken genügt es für die Zeichnung, auf den Grundlinien die Fußpunkte der Höhenlinien einzumessen und dann das Dreieck aus Grundlinie und Höhe, statt aus den drei Seiten zu konstruiren. Daß im Ganzen immer mehr Stücke direkt gemessen werden, als zur Berechnung und Zeichnung der fraglichen Grundstücke unumgänglich nothwendig sind, hat seinen Grund in der unerläßlichen Kontrole, die der Feldmesser gegen sich selbst übt und zu seiner Beruhigung üben muß.

Eine viereckige Fläche ABCD kann entweder durch eine Diagonale in Dreiecke zerlegt, oder durch eine beliebige Stand- oder Vermessungslinie und Perpendikeln aus den Ecken der Figur auf dieselbe in Trapeze und Dreiecke zerlegt werden. Geschieht das erstere, so gilt von den beiden Dreiecken ganz dasselbe, was wir vorhin

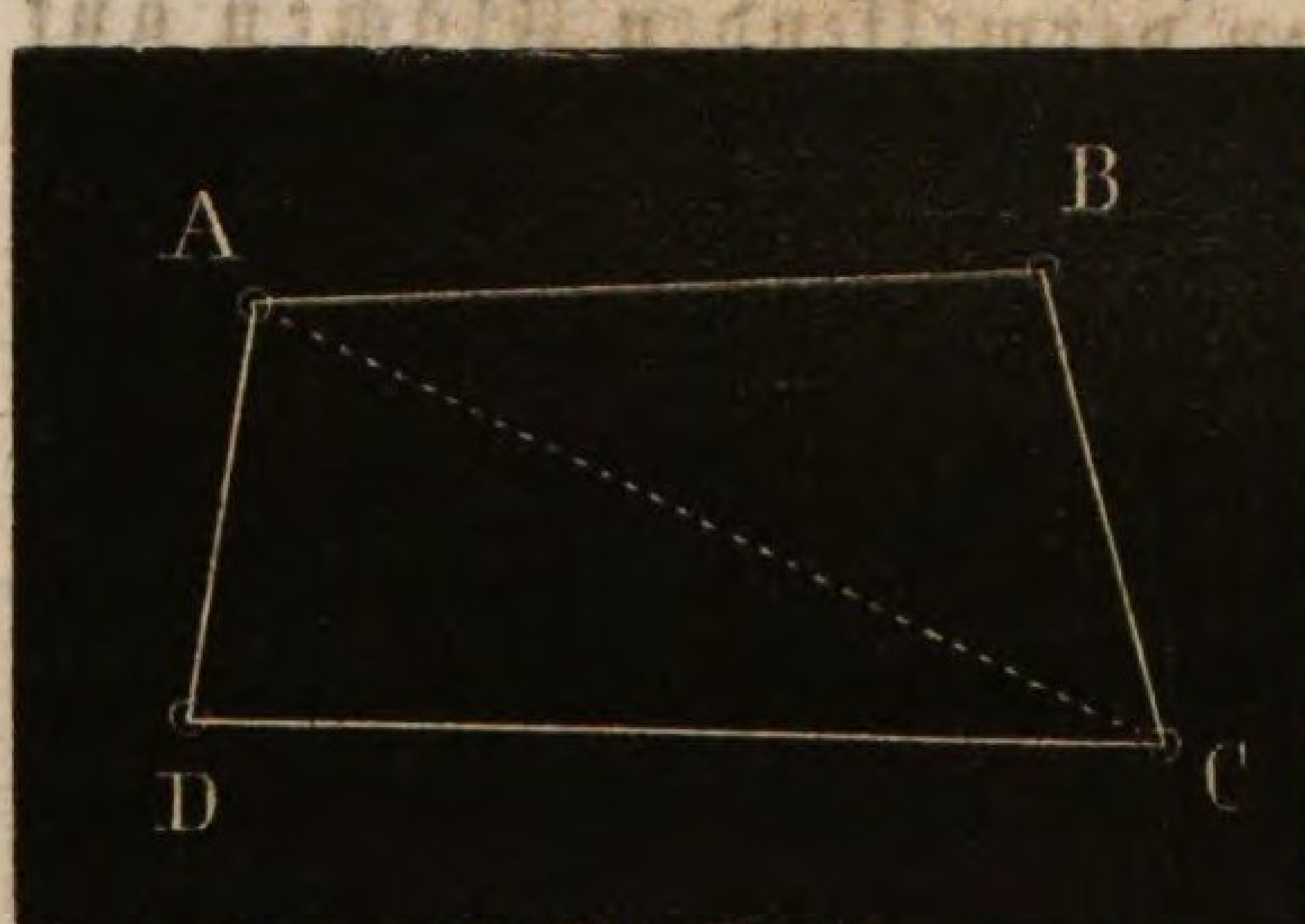


Fig. 22.

von der Behandlung einer dreieckigen Fläche vorbrachten und wir hier nicht wiederholen wollen. Weiter bemerken wollen wir nur, daß statt in beiden Dreiecken (A B C und A C D) so viel Stücke zu messen, als zur Berechnung und Zeichnung nebst Kontrole nöthig ist, man letztere auch erhalten kann, indem man das Viereck durch beide Diagonalen (A C und B D) in Dreiecke zerlegt und von jedem derselben (in diesem Falle) nur die nothwendigsten Bestimmungsstücke mißt.

Wendet man dagegen eine Standlinie (O X) zur Eintheilung einer viereckigen Fläche an, so ist es von Werth, sie so anzunehmen, daß sie von allen Ecken des Grundstückes möglichst wenig entfernt sei, damit die Senkrechten aus den Ecken auf die Standlinien möglichst kurz ausfallen. Dies erleichtert nicht nur die Arbeit, sondern erhöht auch die Genauigkeit derselben. Man wendet deßhalb diese Eintheilung auch vorzugsweise dann an, wenn das

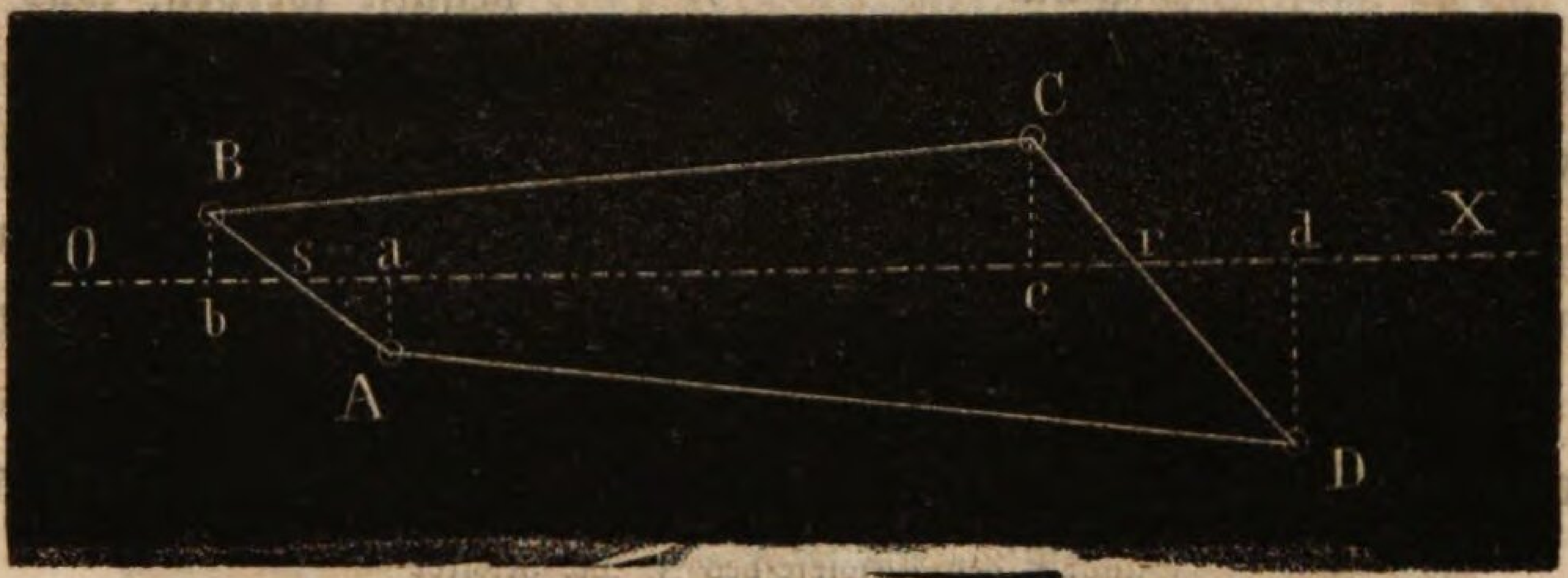


Fig. 23.

Viereck (oder sonstige Grundstück) länglich ist, und schneidet dann mit der Standlinie die Fläche der Länge nach in zwei Streifen von annähernd gleicher Breite. In unserm Beispiele wird das Viereck A B C D durch die Standlinie und die aus den Ecken auf diese gefällte Perpendikel in die Trapeze b B C c und a A D d nebst den rechtwinkligen Dreiecken a A s und c C r getheilt, von welch' ersteren (zur Bestimmung des Flächeninhaltes) die rechtwinkligen Dreiecke b B s und d D r abgezogen werden müssen. Direkt zu messen sind bei dieser Eintheilungsweise: 1. die Standlinie (innerhalb der Fußpunkte der äußersten Senkrechten) doppelt, das eine Mal ununterbrochen die ganze Länge durch, das andere Mal bei Messung der Senkrechten, bei welchem Anlaß auch die Fußpunkte der Senkrechten

einzumessen sind, 2. sämmtliche Senkrechten und, zu weiterer Kontrole, 3. die Umfangslinien. Von dieser Eintheilungsweise eines Viereckes, oder einer andern Figur, darf indessen nur insofern Gebrauch gemacht werden, als nicht Perpendikel von mehr als höchstens 100 Fuß Länge auftreten, weil sonst Ungenauigkeiten vorkommen. Bei größeren Flächen muß man zuerst einige größere Dreiecke herausschneiden und den Rest allenfalls nach dieser Methode behandeln, wie dies unten an weitern Beispielen gezeigt werden soll.

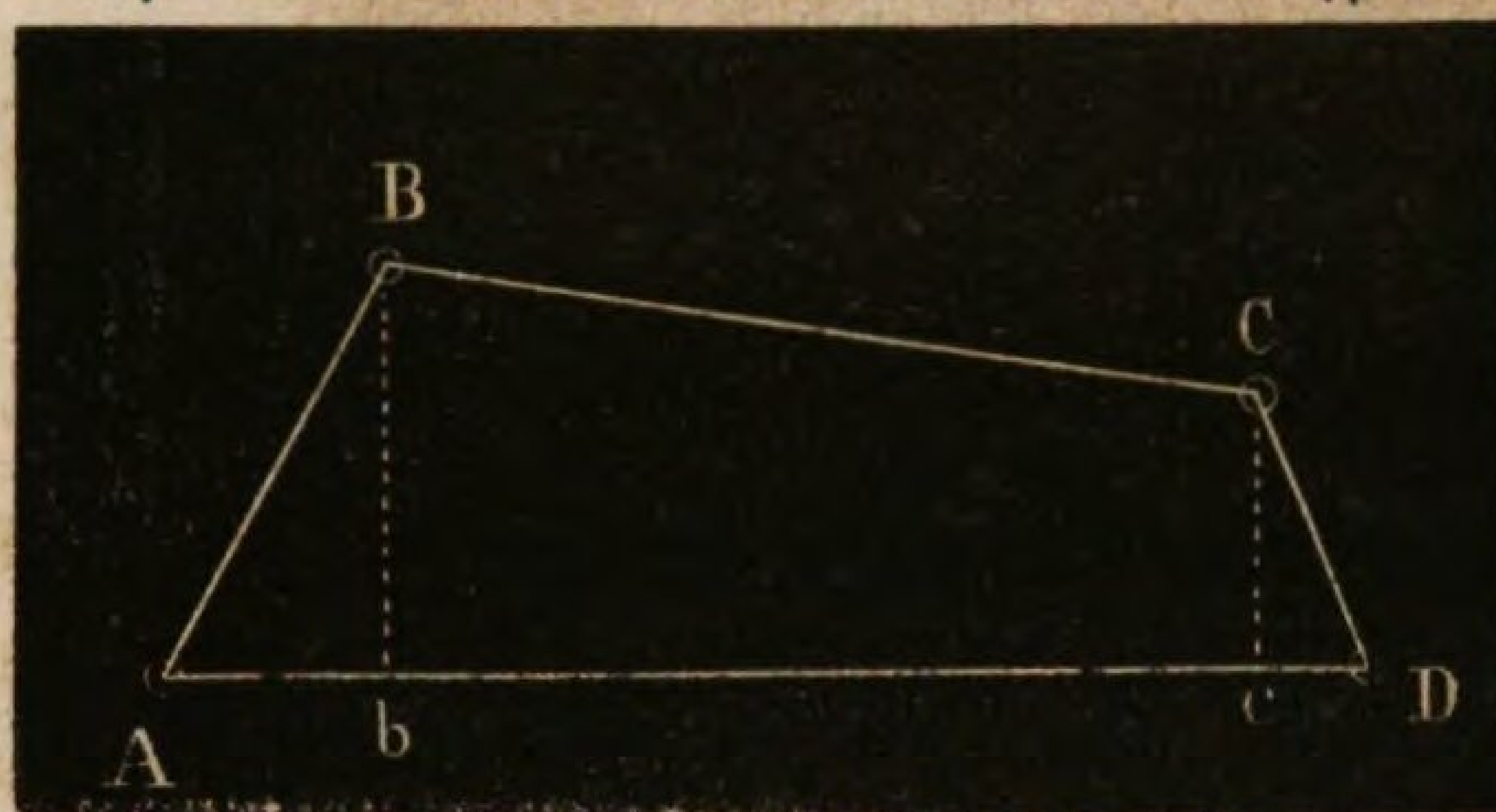


Fig. 24.

Liegt ein kleineres Viereck A B C D zur Vermessung vor, so kann oft auch eine Seite desselben, z. B. A D, unmittelbar als Eintheilungs- oder Standlinie benutzt werden, was oft eine bedeutende Vereinfachung der Arbeit nach sich zieht. Die nöthige Kontrole erhält man diesfalls, indem man successive zwei Seiten zu Standlinien macht und dann die Ergebnisse der doppelten Messung vergleicht, oder indem man die Eintheilung in Dreiecke mit derjenigen in Trapeze kombinirt und die so erhaltenen Resultate vergleicht. Folgende Figur giebt über dieses Verfahren und über die unmittel-

Handriß der Auwiese des J. M. Richter.*

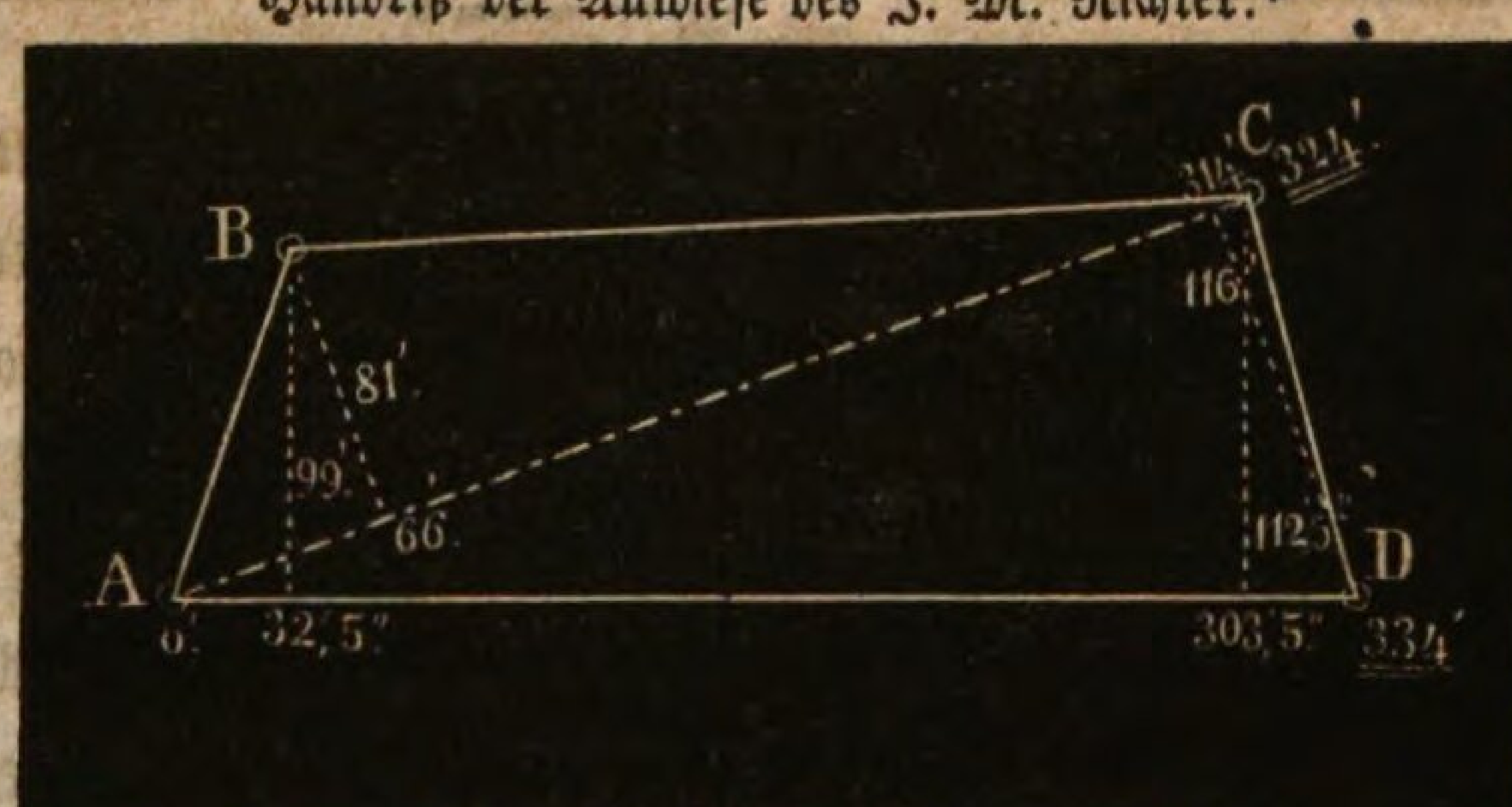


Fig. 24 a. Maßstab 1 : 2000.

* Diese Bezeichnung des Handrisses wird bei der praktischen Ausführung in den Handriß hineingeschrieben, ob oder unter der Zeichnung, an passender Stelle.

bar zu messenden Linien Aufschluß, indem zu denselben Maßzahlen (für den Maßstab von 1 : 2000) beigesetzt wurden.

Handriß der Wiese des Jakob Senti in Birnhof.

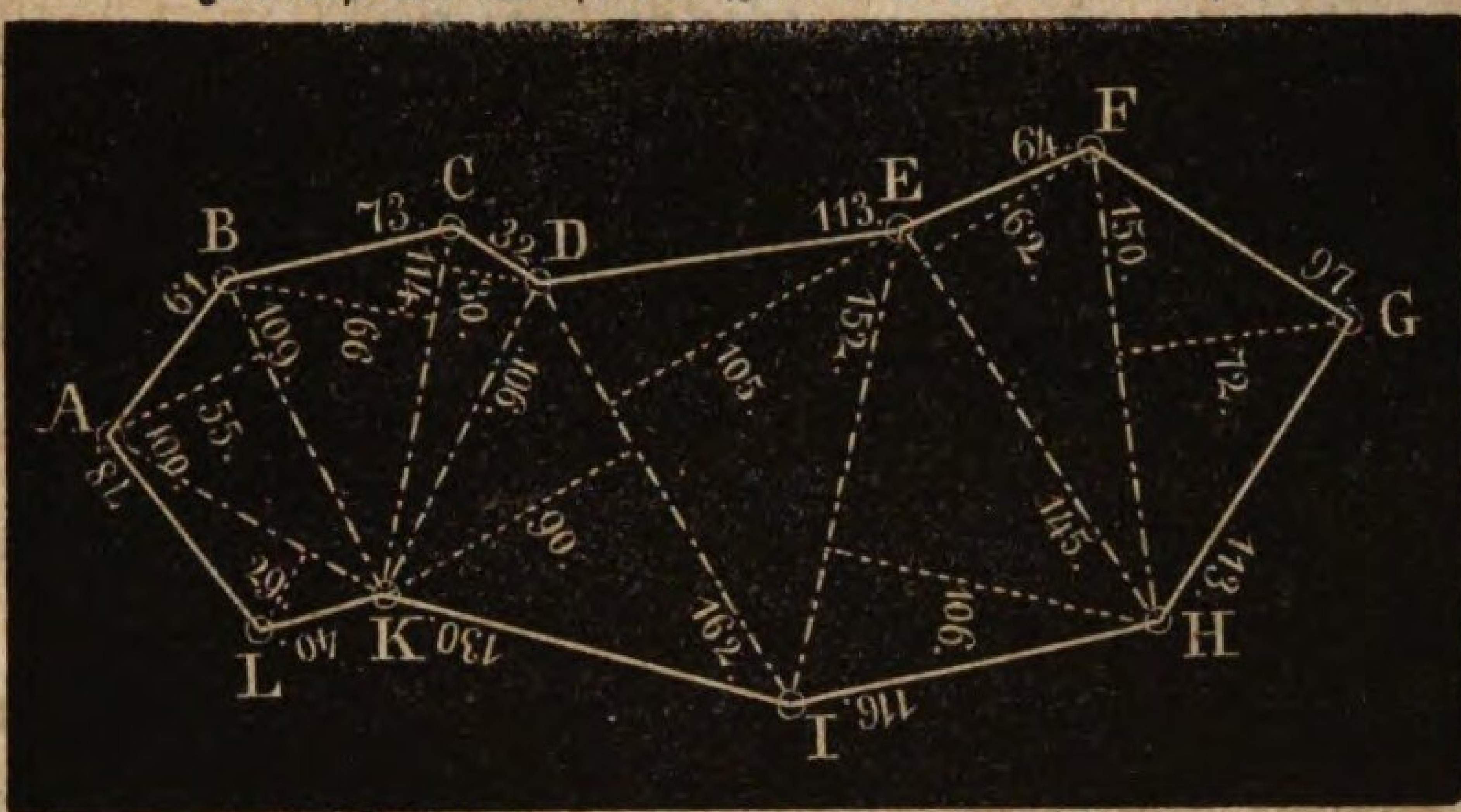


Fig. 25. Maßstab 1 : 2000.

Aus den behandelten Beispielen ergiebt sich nun leicht, wie man überhaupt bei Eintheilung der zu vermessenden Grundstücke vorzugehen hat. Wenn wir dessenungeachtet auf noch weitere Beispiele eintreten, so geschieht dies hauptsächlich, um noch einige besondere Rücksichten hervorzuheben, die bei diesem Theile des Vermessungsgeschäftes in Betracht kommen. Ein beliebiges Vieleck (Fig. 25 u. 26), z. B. das Eilfeck A B C D E F G H I K L kann im Allgemeinen

Handriß der Wiese des Jakob Senti in Birnhof.

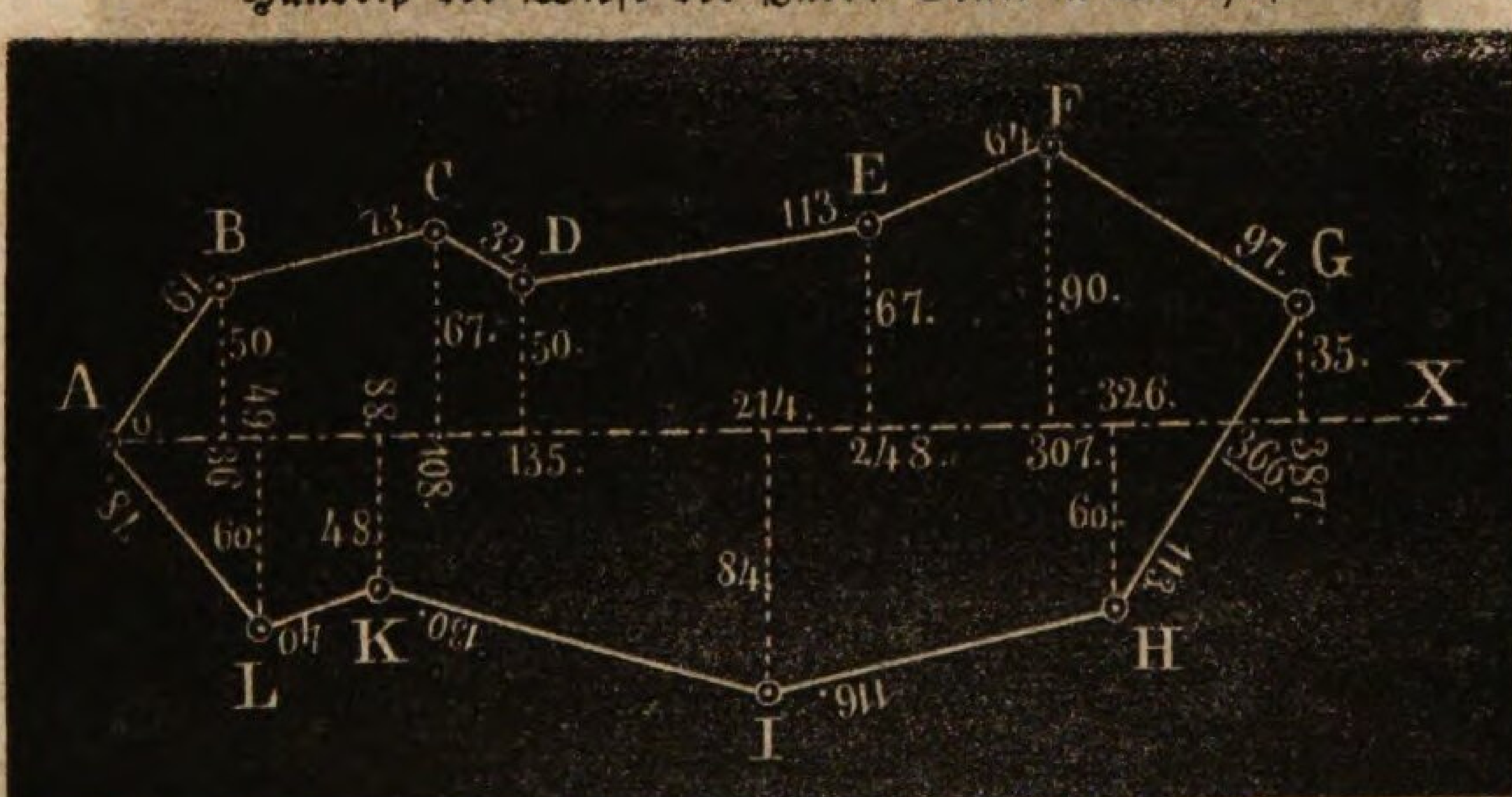


Fig. 26. Maßstab 1 : 2000.

ebenfalls entweder durch Diagonalen in Dreiecke oder vermittelst einer Standlinie in Trapeze (und Dreiecke) zerlegt werden. Wo es indessen hinsichtlich der Länge der vorkommenden Perpendikel angeht, wird die zweite Eintheilungsweise vorzuziehen sein, weil sie eine raschere und meistens auch bessere Ausführung der Arbeit gestattet.

Daß das soeben Gesagte richtig ist, dürfte schon dem Umstande zu entnehmen sein, daß z. B. die Ausmessung dieses Eilfecks nach der ersten Eintheilungsweise — abgesehen in beiden Fällen von allen Verifikationsmessungen — die direkte Messung von 16 Linien erfordert, während nach der zweiten Eintheilungsweise selbst bei doppelter Messung der Standlinie nur 11 Linien direkt zu messen sind. Daß bei der zweiten Eintheilungsweise auch die Herstellung der Zeichnung leichter vor sich geht und daß in letzterer allfällige Fehler von geringerem Einflusse sind — sie pflanzen sich nicht fort — ist ebenfalls unschwer zu erkennen. Aus diesen Gründen müssen wir für alle Fälle, in denen es statthaft ist, die Anwendung einer Standlinie zur Eintheilung der zu vermessenden Grundstücke in Trapeze (und rechtwinklige Dreiecke) empfehlen.

Wie ganz oder theilweise krummlinig begrenzte Flächen einzutheilen sind, mag folgendes Beispiel erläutern, bei welchem wir annehmen, daß das Grundstück A B C D auf der Seite B C von einem Feldwege begrenzt werde. Durch die ange-

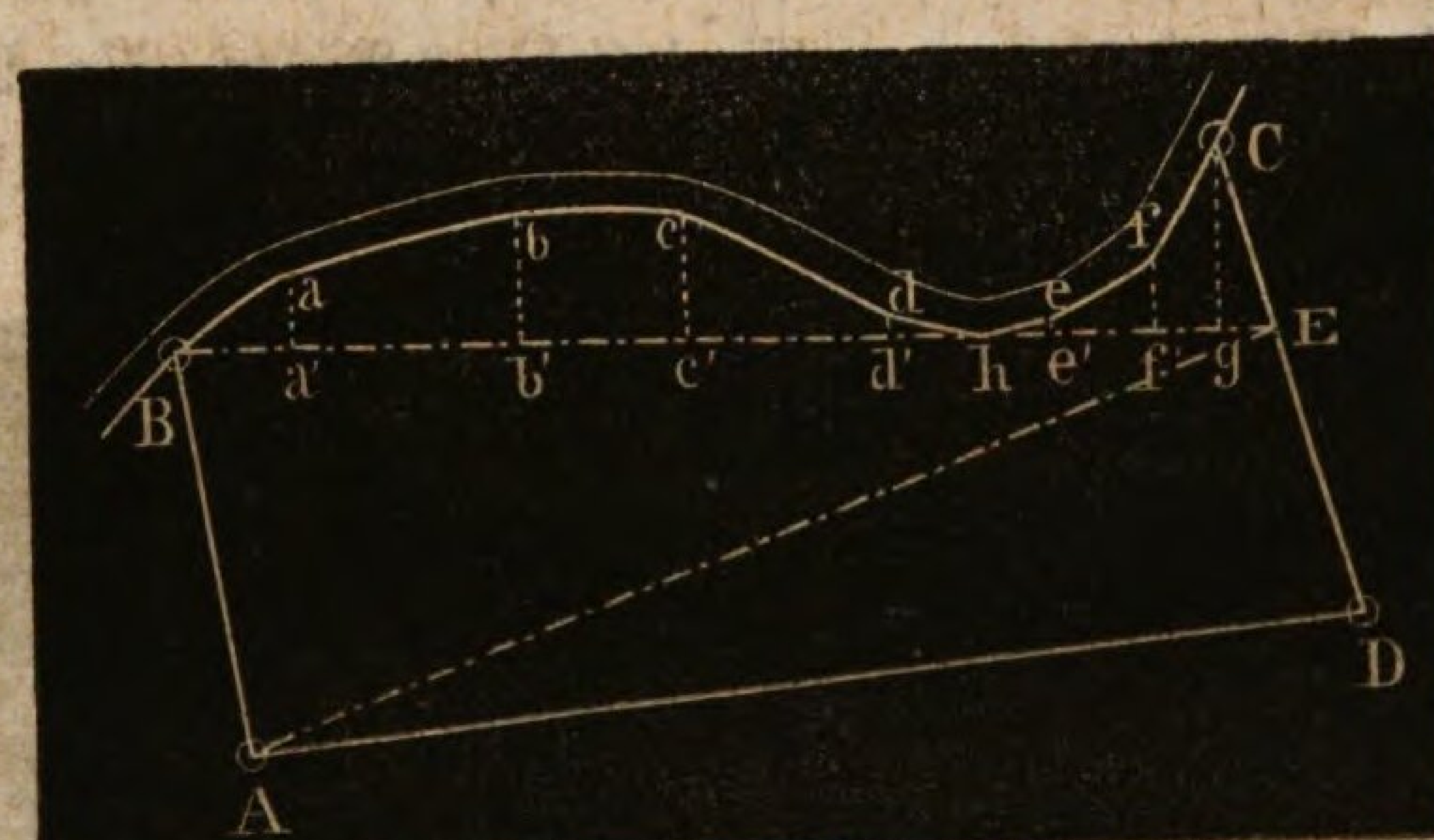


Fig. 27.

wendete Eintheilung zerfällt das Grundstück in die größeren Dreiecke A D E und A B E, nebst den kleineren Dreiecken und Trapezen an der Hülfslinie B E (nämlich B a' a, a a' b' b, b b' c' c, c c' d' d), d d' h, h e' e, e e' f' f, f f' g C und C g E).

Ganz dasselbe Verfahren findet auch Anwendung, wenn es sich um Eintheilung und Aufnahme von im Innern unzugänglichen Grundstücken, wie kleine Seen oder Weiher, dichtbestockte Waldungen u. s. w. handelt. In allen Fällen, wo es

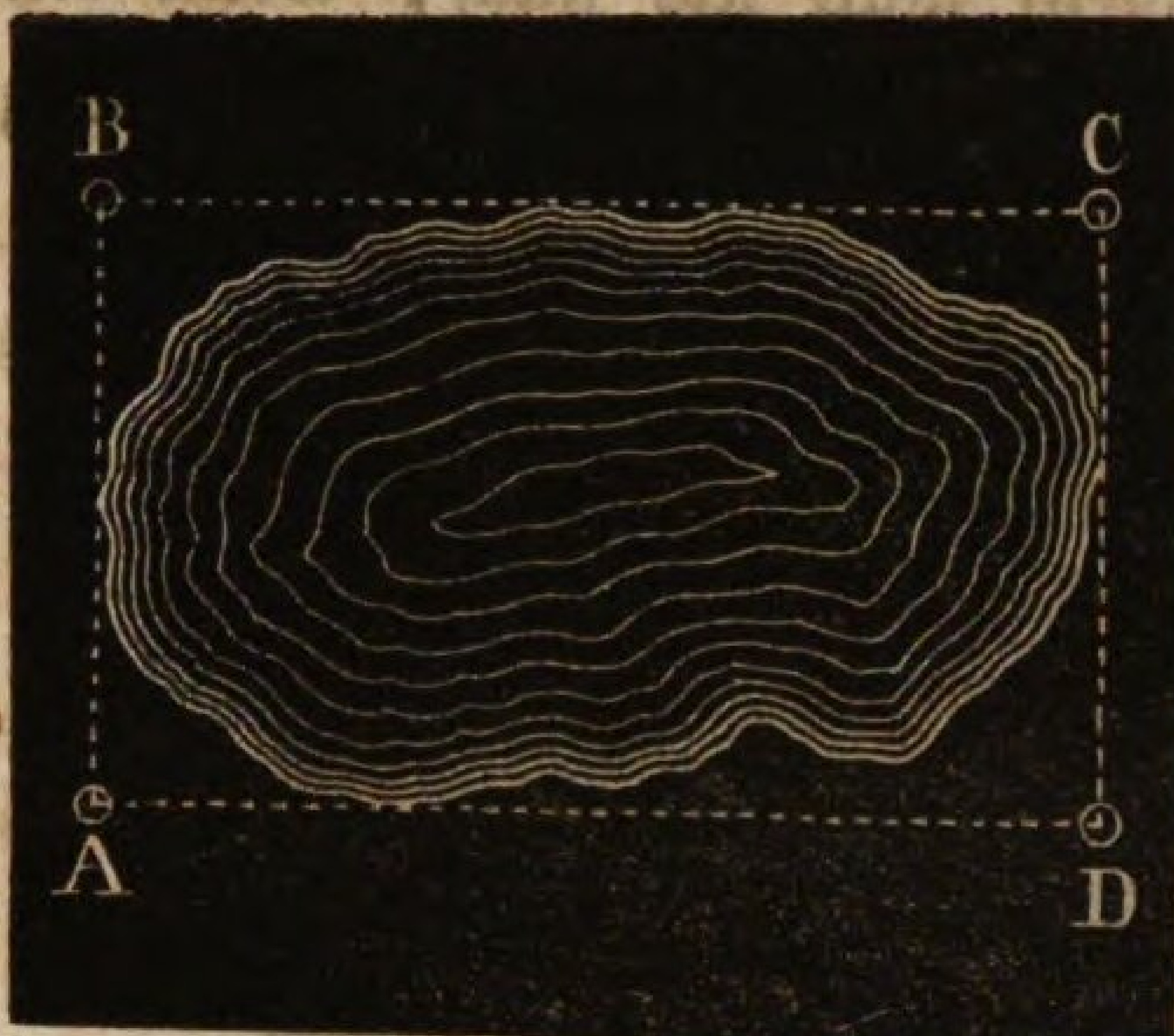


Fig. 28.

angeht, steckt man nämlich möglichst nahe der Grenze des fraglichen Grundstückes ein Rechteck ab, dessen Seiten als Standlinien dienen zur Aufnahme der zwischen ihnen und dem See, Wald 2c. liegenden Fläche. Indem man schließlich von dem Inhalte des ganzen Rechtecks die eben erwähnten Flächenstücke subtrahirt, erhält man den Flächeninhalt des Sees, Waldes 2c.

Ist die Absteckung eines solchen Rechteckes wegen lokaler Verhältnisse nicht möglich, so sucht man die Fläche zunächst mit einem Vierecke A B C D zu umgeben, welche — falls sie nicht selbst als Trapez gewählt werden kann — durch Hinzufügung von einem oder zwei Dreiecken zu einem solchen erweitert wird. So wurde in folgendem Beispiele a b c d e f g h i . . . . . als eine im Innern unzugängliche Waldparzelle vorausgesetzt. Zur Aufnahme des Details

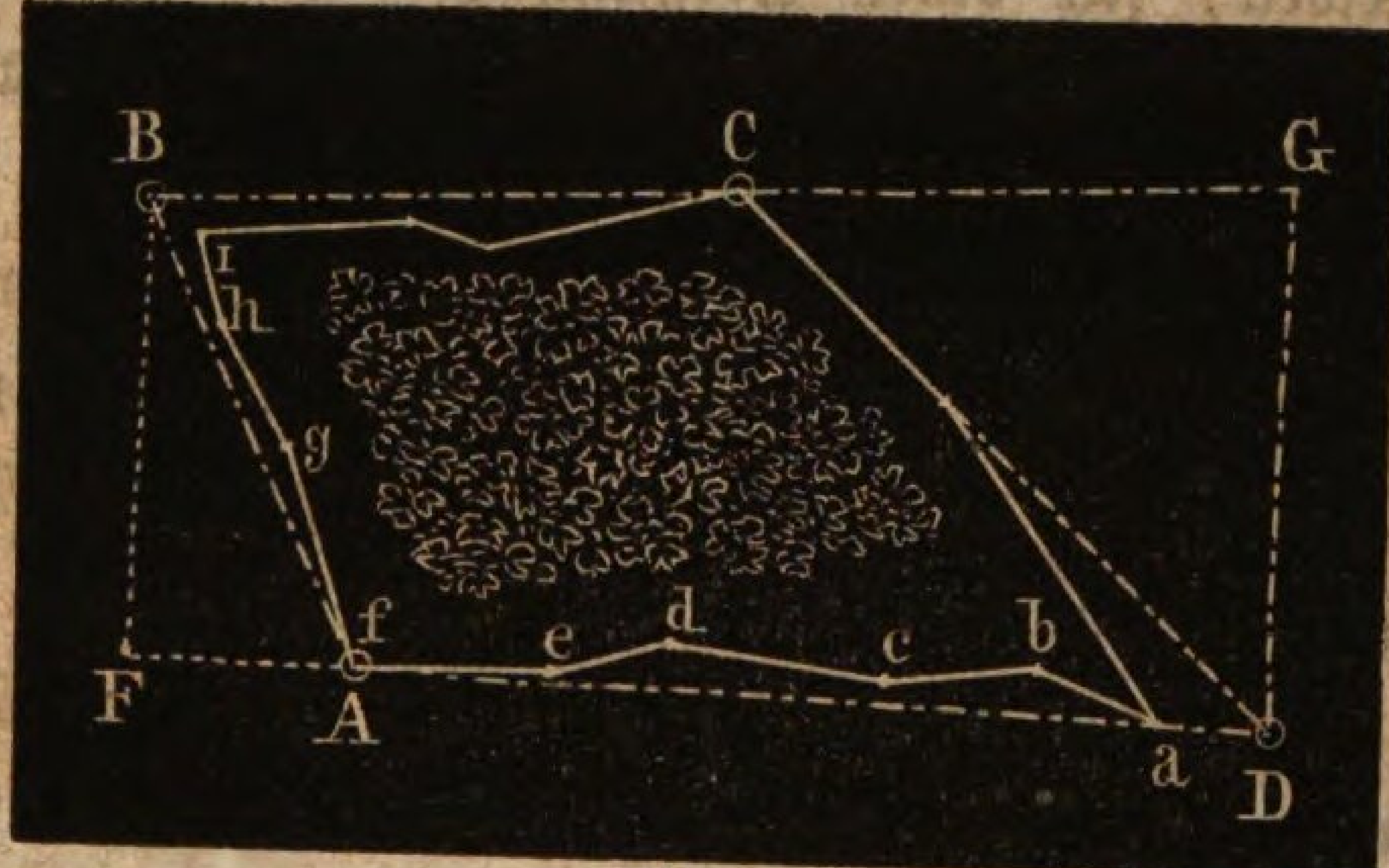


Fig. 29.

längs den Grenzen wurden zunächst die Geraden des Vierecks A B C D abgesteckt. Um den Inhalt des letzteren finden zu können, wurde die Linie A D über A nach F und B C über C nach G so verlängert, daß F B und D G senkrecht auf A D stehen. Nachdem der Inhalt von F B G D einerseits und derjenige von A F B und C D G andererseits ermittelt worden, findet man denjenigen von A B C D, und von diesem aus läßt sich auch der Inhalt der Waldparzelle berechnen.

Des nämlichen Verfahrens bedient man sich auch, wenn ein Straßenzug, ein Graben oder Bach zum Zweck der Darstellung

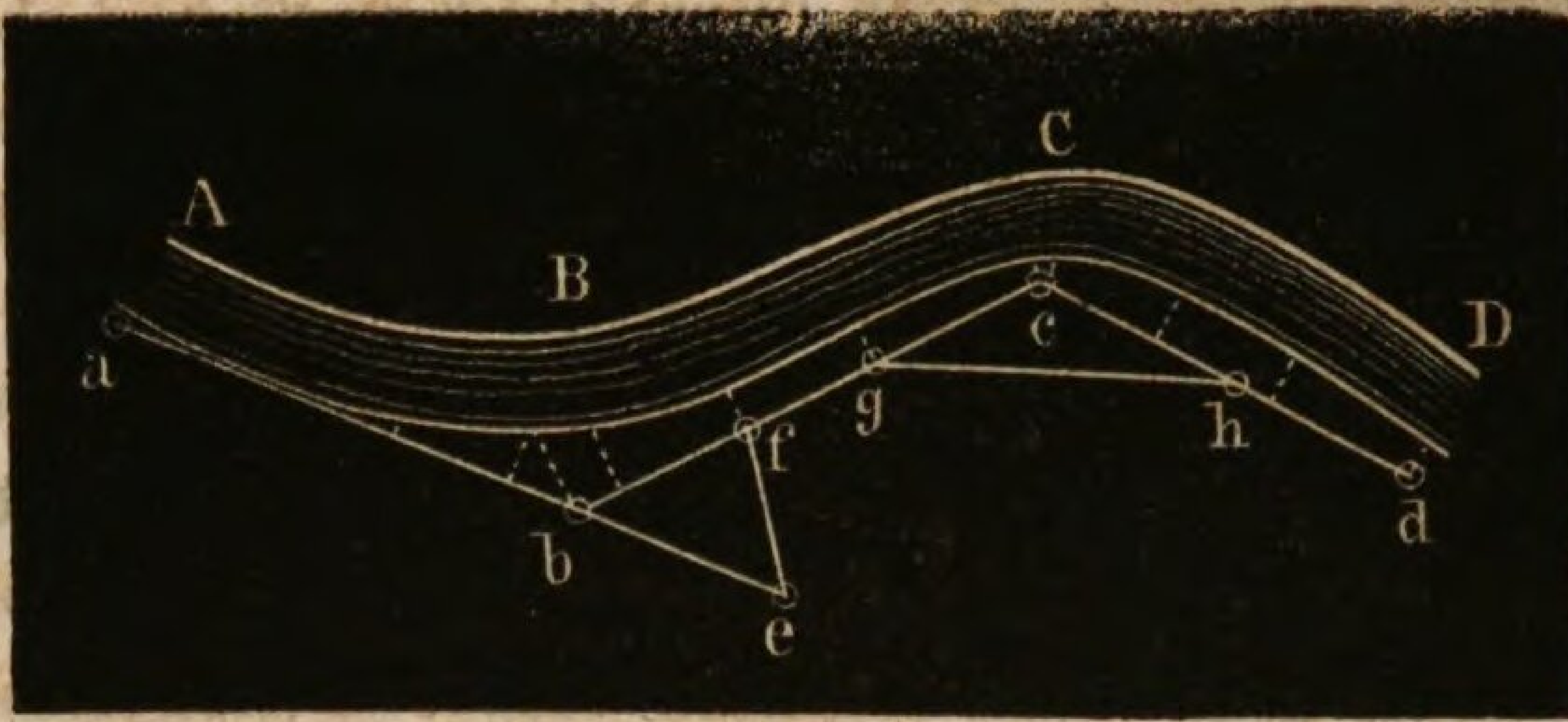


Fig. 30.

eines Planes seines Laufes aufgenommen werden soll. Reicht eine gerade Linie als Standlinie dafür aus, so ist es am einfachsten, nur eine zu gebrauchen. Wenn nicht, so kann man sich auch mehrerer bedienen, wie dies in obenstehender Zeichnung angedeutet ist, wo die Linien a b, b c und c d Standlinien sind, auf welche von den einzelnen, die Richtung des Ufers bezeichnenden Punkten aus Senkrechte gefällt wurden. Da nun diese Standlinien sich unter schiefen Winkeln schneiden, für deren Messung der gewöhnliche Feldmesser kein Instrument besitzt, so sucht man sie in Dreiecke zu verflechten, die gemessen werden können und in denen die fraglichen Winkel vorkommen. In unserm Beispiel wurde a b nach e verlängert und dieser Punkt mit Punkt f auf b c verbunden. Werden nun b e, e f und f b gemessen und wird sodann (im Plane) das Dreieck e f b verzeichnet, so hat man auch den Winkel bei b, unter welchem a b und b c sich schneiden. In ähnlicher Weise dient das Dreieck g c h zur Bestimmung des Winkels bei c, unter welchem sich b c und c d treffen.

Diese Hinweisungen auf die Art der Eintheilung der zu vermessenden Flächen mögen mit dem, was später über die Anfertigung des Handrisses gesagt werden wird, genügen, um das Verfahren zu kennzeichnen. Wer unserer Darstellung bis hierher mit Verständniß gefolgt ist, wird sich auch in anderen Fällen zu behelfen wissen, die wir hier — der ungeheuren Zahl und Mannigfaltigkeit wegen — nicht besprechen konnten.

Wir haben bei diesen Angaben über die Eintheilung der zu

vermessenden Flächen (wie dies nicht anders sein konnte) stets die Grundrisse oder Horizontalprojektionen der fraglichen Grundstücke im Auge gehabt und nicht die Oberfläche der Grundstücke selbst. Warum dies so geschehen mußte, wird dem geneigten Leser aus dem Frühern (Seite 4 u. ff.) bekannt und verständlich sein. Wir treten deßhalb an dieser Stelle nicht weiter darauf ein und lassen nun noch einige Bemerkungen über passende Auswahl der Eintheilungslinien folgen.

Bei der Eintheilung der Grundstücke zum Zwecke der Vermessung hat man stets zu bedenken, daß die Maßzahlen der gemessenen Linien zur Berechnung des Flächeninhaltes und zur Zeichnung des Planes der Grundstücke zu dienen haben, und daß nicht jede Eintheilung zu gleich brauchbaren Linien für jene Zwecke führt. Wir müssen deßhalb noch einige auf diese Punkte bezügliche allgemeine Bemerkungen folgen lassen.

Zunächst wird man bei der Wahl von Stand- und andern Eintheilungslinien darauf zu sehen haben, daß man sie genau und leicht (und selbstverständlich direkt) messen könne. Man wird sie demnach, wenn irgendwie möglich, niemals so auswählen, daß sie über steile Hügel, durch Gebüsch und durch andere hindernde Gegenstände führen; auf möglichst wagrechtem, ebenem Boden kann man eine Linie am leichtesten und am genauesten messen.

Sodann hat man wohl in Betracht zu ziehen, daß es bei einzelnen dieser Linien auch sehr darauf ankommt, wie lang sie werden. Sind es Linien, wie z. B. Umfangslinien und Dreiecksseiten, deren Richtung durch zwei genau gegebene Endpunkte zum voraus fixirt ist, so ist ihre Länge gleichgültig. Man wird zwar bei ihrer Messung Fehler begehen, die mit der Länge der Linie zunehmen; allein, sofern nur die sogenannten unvermeidlichen Fehler vorkommen, sind diese für eine lange Linie verhältnißmäßig kleiner, als bei einer kurzen (vergleiche S. 47 u. 48). Wenn dagegen die Richtung einer Linie von einem gegebenen Punkte aus erst durch ein Instrument bestimmt werden muß (mit der Kreuzscheibe oder mit dem Winkelspiegel u. s. w.), dann kommt es unter Umständen sehr dar-

auf an, wie lang sie ist. Winkelspiegel und Kreuzscheibe z. B. geben zwar einen rechten Winkel, aber nicht mathematisch genau an und zudem macht man immer, auch bei aller Sorgfalt, kleine Fehler in ihrer Anwendung. Wenn nun diese Instrumente eine gewisse Linie als „senkrecht zu einer andern" angeben, und sie ist es nicht genau, so ist der Fehler bezüglich der Lage ihres Endpunktes um so größer, je länger die Linie selbst ist. Sollen demnach senkrechte Linien, die man auf dem Felde mit Kreuzscheibe und Winkelspiegel abgesteckt hat, später zum Berechnen oder Zeichnen so gebraucht werden, daß ihre Richtung dabei auch in Betracht kommt, so dürfen sie eine gewisse, durch den Versuch zu bestimmende Länge nicht überschreiten, damit die Resultate nicht fehlerhaft werden. Man hat nun gefunden, daß bei sorgfältiger Anwendung guter Kreuzscheiben oder Winkelspiegel (diese jedoch nur bei horizontalem Boden) Perpendikel bis zu etwa 100 Fuß oder 30 Meter Länge zulässig sind. Dem entsprechend enthalten auch die Feldmesser-Instruktionen derjenigen Staaten, die gesetzliche Bestimmungen über das Vermessungswesen haben, entsprechende Vorschriften. Es kommt indessen auf die spezielle Benutzung fraglicher Senkrechten an; für gewisse Zwecke dürfen sie noch viel länger sein als 100′ oder 30 m, ohne fehlerhafte Arbeiten zur Folge zu haben. Wird z. B. der Inhalt eines Dreiecks aus Grundlinie und Höhe berechnet, so ist für den Zweck der Rechnung die Wahl der Höhe gleichgültig. Denn ein Fehler, der in der Bestimmung ihrer Richtung begangen wird, hat auf die Länge der Höhe ganz geringen Einfluß. Nicht so aber verhält es sich mit der Anwendung der Höhe zum Zeichnen der Figur. Wenn in einem Dreieck bei einer Höhe von beispielsweise 175′ ein Fehler von 1′—2′ in der Bestimmung des Fußpunktes gemacht wird, und man zeichnet das Dreieck aus Grundlinie und Höhe, so erhält man ein, dem gegebenen ganz unähnliches Dreieck. Darum haben wir oben die Anleitung gegeben, von jedem Dreieck außer zwei Höhen (um die Inhaltsberechnung leicht doppelt machen zu können) auch alle drei Seiten zu messen, damit man sich beim Zeichnen der Seiten bedienen könne. Sobald größere Dreiecke vorliegen,

kann nicht wohl ein anderes Verfahren eintreten, wenn man genau und zuverlässig arbeiten will.

3. Aussteckung und Verlängerung von Grenz- und Eintheilungslinien. Für den Zweck der Messung müssen die Linien auf dem Felde sichtbar gemacht werden. Wir haben schon früher gesehen, daß dies durch Aufstellung materieller, vertikaler Linien (Signalstangen) an ihren Endpunkten geschieht. Bei etwas längern geraden Linien genügt dies aber nicht, da man beim Messen derselben sonst leicht die Richtung verlassen und Fehler begehen würde. Darum stellt man zwischen den Signalstangen der Endpunkte noch andere Stangen in Richtung der Linie und in solcher Zahl auf, daß man für die Messung Anhaltspunkte genug hat. Diese Bezeichnung von Hülfspunkten muß mit möglichster Genauigkeit geschehen; dieser Umstand und der weitere Grund, daß hierbei oft eigenthümliche Schwierigkeiten zu überwinden sind, veranlassen uns, noch etwas näher auf diese Arbeiten sowie auf die damit nahe verwandte Verlängernng von Linien einzugehen. Wir besprechen dabei die am häufigsten vorkommenden Fälle getrennt.

1. Fall. Bezeichnung eines Zwischenpunktes einer Linie, wenn keine besonderen Hindernisse da sind.

Diese Aufgabe kann in doppelter Weise gelöst werden. Der Feldmesser begiebt sich mit seiner Kreuzscheibe in Richtung der Linie in diejenige Gegend, in welcher der Punkt bezeichnet werden soll, und stellt dort die Kreuzscheibe so auf, daß die eine Visirebene nach dem einen Endpunkte der Linie zeigt. Wenn dann beim Visiren in entgegengesetzter Richtung auch die Signalstange am andern Ende der Linie genau in der Visirebene gesehen wird, hat man die Stelle richtig getroffen. Andernfalls wird man einen andern Punkt wählen müssen. Aus der Beschaffenheit des begangenen Fehlers wird man leicht auf die Größe und Richtung der nothwendigen Korrektur schließen können.

Steht dem Feldmesser ein Gehülfe zur Verfügung, so kann er auch diesen mit einer Signalstange dahin senden, wo er den Punkt bezeichnen will. Der Feldmesser selbst begiebt sich in Richtung der Linie einige Schritte über den einen Endpunkt hin-

aus und „visirt den Gehülfen ein", d. h. er schaut auf der nämlichen Seite der beiden aufgestellten Signalstangen vorbei und veranlaßt durch Winken mit der Hand den Gehülfen, seine Stange vertikal so aufzustellen, daß die Lichtstrahlen, die von der einen Stange ausgehen, die mittlere und auch die neben dem Feldmesser befindliche Stange auf derselben Seite berühren. Der Leser wird sich an der Hand folgender Figur leicht Rechenschaft geben können,

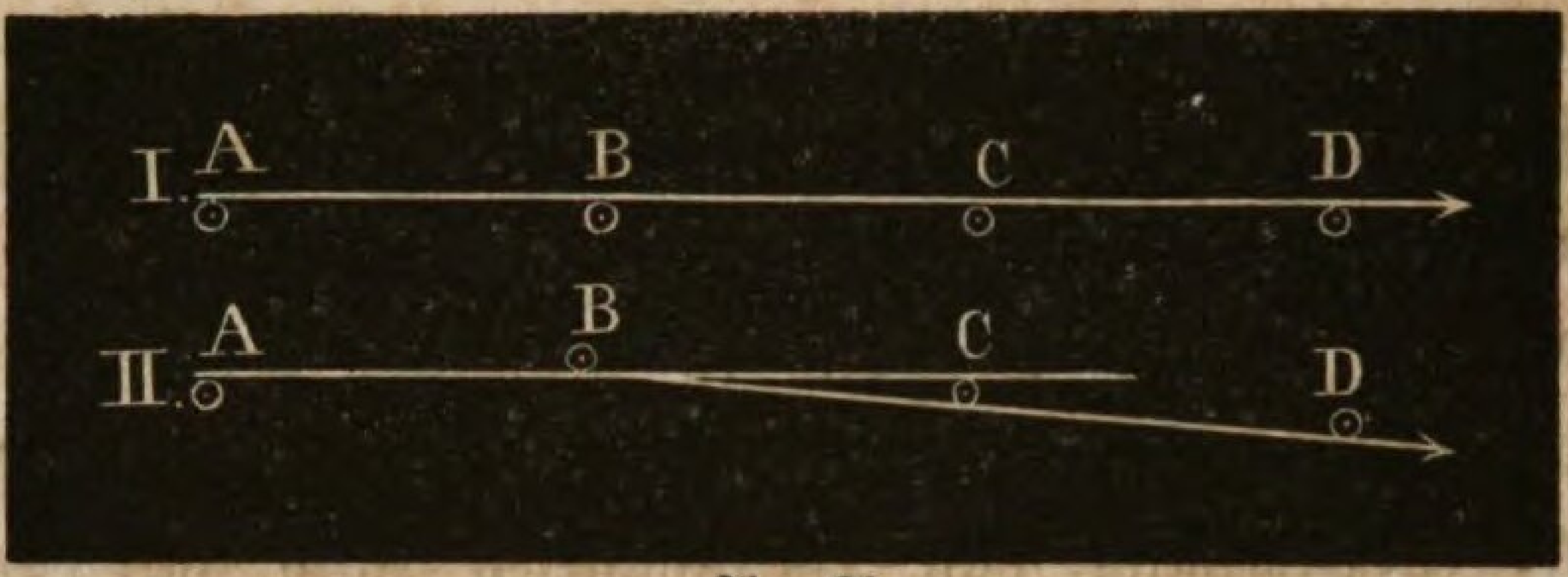


Fig. 31.

warum beim Visiren alle Stangen auf der nämlichen Seite gesehen werden müssen, und auch warum man beim Visiren nicht ganz nahe bei der nächsten Stange stehen darf. Anfänger verstoßen gegen die letzte Regel sehr oft.

Wie man zwischen zwei gegebenen Punkten einer Linie einen dritten bezeichnet, so verfährt man auch bei der Angabe eines vierten und fünften Punktes.

2. Fall. Bezeichnung eines Zwischenpunktes einer Linie, wenn besondere Hindernisse vorhanden sind.

Die Hindernisse, die einem bei Lösung der ebengenannten Aufgabe entgegentreten, können nur darin bestehen, daß man von einem Endpunkte der Linie nicht zum andern sehen kann. Die Mittel, die man zur Erreichung des Zieles in Anwendung bringt, gestalten sich verschieden, je nachdem der undurchsichtige Gegenstand überschritten werden kann (ein Hügel z. B.) oder nicht (ein Haus, eine Baumgruppe u. dgl.).

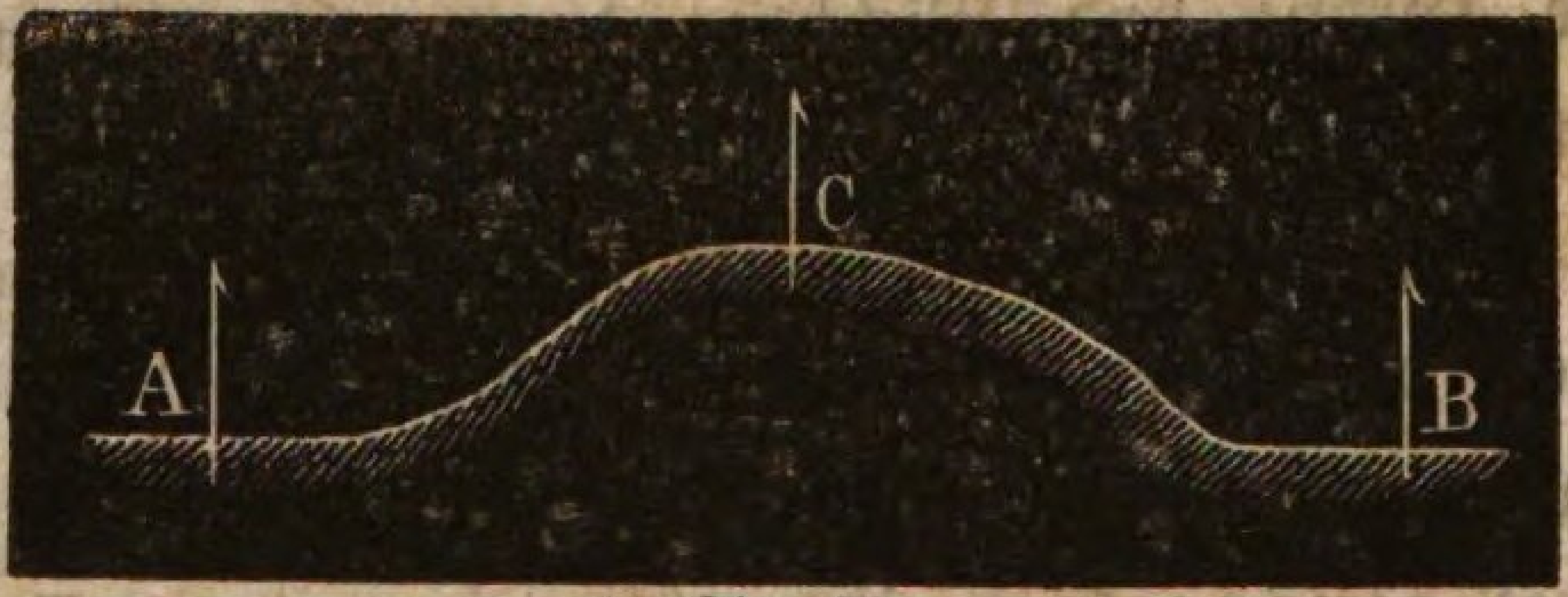


Fig. 32.

Wenn zwischen den Endpunkten A und B einer Linie sich ein Hügel befindet, kann der Feldmesser mit Hülfe der Kreuzscheibe einen Zwischenpunkt C ausfindig machen, indem er sich auf dem Hügel so aufstellt, daß er beide Endpunkte sieht und wie oben angegeben wurde verfährt. Unter Mitwirkung eines Gehülfen kann der Feldmesser diese Aufgabe auch dadurch lösen, daß er mit einer Signalstange sich so weit in (ungefährer Richtung von AB nach B hin begiebt, als er noch die Stange in A sehen kann (etwa nach D″), und der Gehülfe dasselbe in entgegengesetzter Richtung ausführt (etwa nach C″); dann visirt zuerst der eine den andern nach

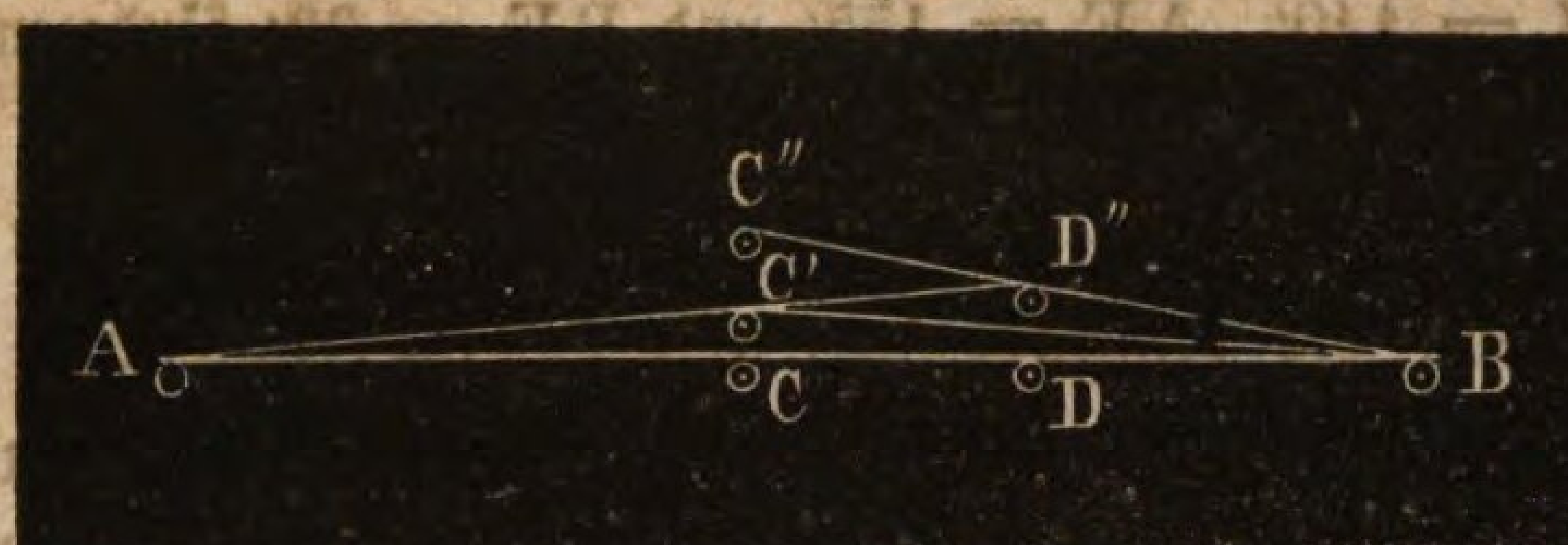


Fig. 33.

dem Endpunkte ein und der zweite korrigirt die Aufstellung des ersten, bis beide schließlich die richtige Aufstellung (C und D) gefunden. (Vergleiche obenstehenden Grundriß Fig. 33).

Sollte auf dem fraglichen Hügel wegen zu großer Ausdehnung seines Rückens keine Stelle sich finden, von welcher aus man gleichzeitig nach beiden Endpunkten der Linie sehen kann, so muß der Feldmesser von der nachfolgenden Lösung dieser Aufgabe Gebrauch machen.

Wenn das zwischen den Endpunkten einer Linie befindliche Hinderniß nicht überschritten werden kann (oder ein Hügel mit ver-

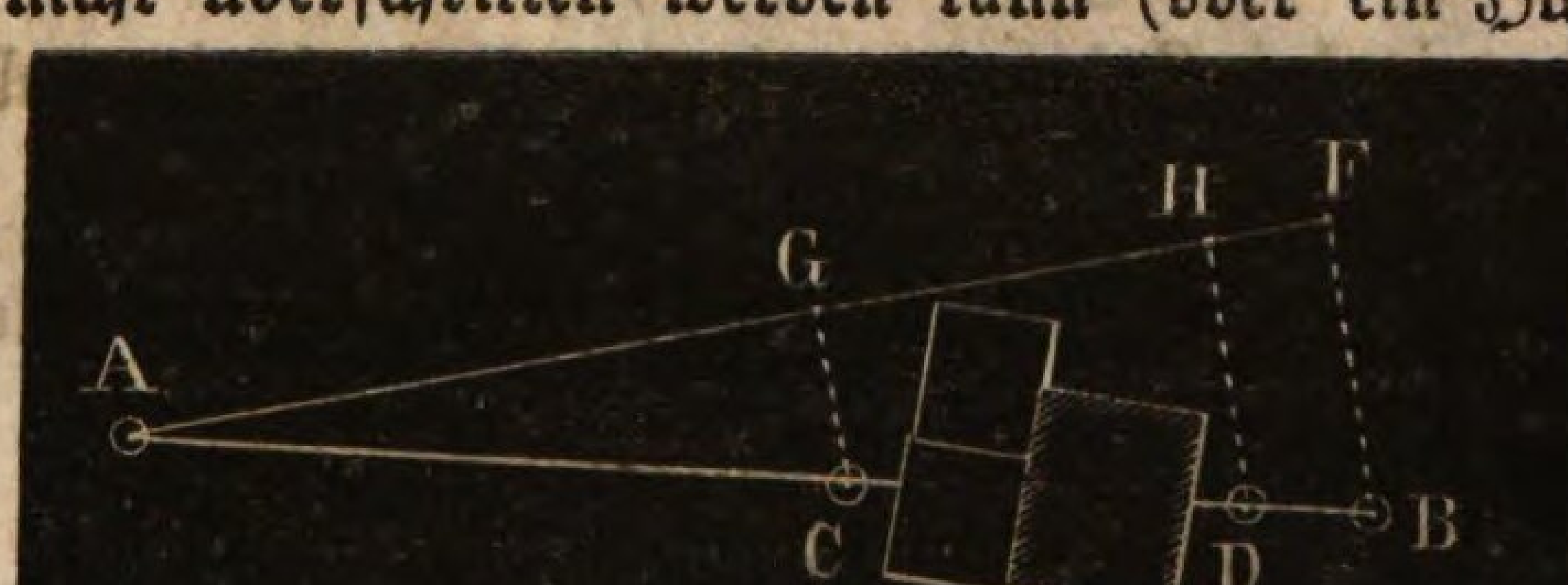


Fig. 34.

hältnißmäßig breitem Rücken ist), kann der Feldmesser Zwischenpunkte C und D einer Linie AB finden, indem er möglichst nahe an dem Hinderniß vorbei eine Hülfslinie AF aussteckt, von B aus

eine Senkrechte BF auf AF fällt und dann beispielsweise in G und H die Senkrechten GC und HD auf AF errichtet, deren Länge nach bekannten planimetrischen Sätzen sich folgendermaßen berechnen läßt:

$$GC = FB \frac{AG}{AF}; \; HD = FB \frac{AH}{AF}$$

Hat man z. B. AG = 90′, AF = 155′ und BF = 39′ gemessen, so findet man

$$GC = 39 \, \frac{90'}{155} = 22' \, 6''$$

Für AH = 140′, AF = 155′ und BF = 39′ fände man

$$DH = 39 \, \frac{140'}{155} = 35' \, 2''$$

Die Lösung der Aufgabe setzt also voraus, daß man die Hülfslinie AF so wähle, daß sie und FB gemessen werden können; ebenso müssen G und A so angenommen werden, daß GC und HD erstellt werden können.

Wie die Kreuzscheibe zur Angabe solcher Senkrechten angewendet wird, soll später erklärt werden.

3. Fall. Angabe eines Punktes auf der Verlängerung einer Linie AB.

Bei offenem Felde stehen der Lösung dieser Aufgabe keinerlei Schwierigkeiten im Wege, und hat der Feldmesser nur das zu beobachten, was wir oben (1. Fall) bezüglich Einvisirens von Signalstangen gesagt haben. Befindet sich aber ein undurchsichtiger Gegenstand auf der Fortsetzung einer Linie, so verfährt der Feldmesser ganz ähnlich, wie bei Lösung der letzten Aufgabe des oben behandelten zweiten Falles. Zuerst steckt er eine Hülfslinie, neben dem Hinderniß vorbei, aus und fällt von B eine Senkrechte auf diese

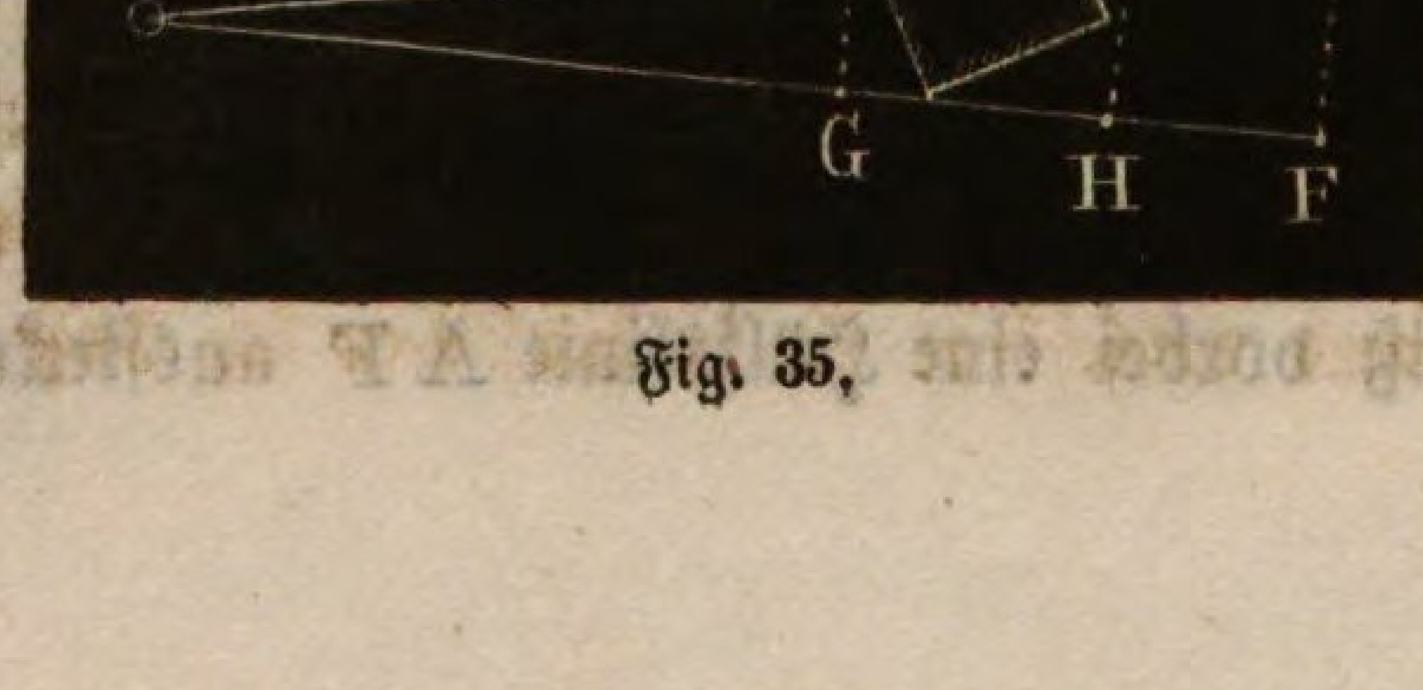


Fig. 35.

Hülfslinie. Dann mißt er die nöthigen Stücke und berechnet die Senkrechten HC und FD auf AF, so daß

$$HC = AH \frac{BG}{AG} \text{ und } FD = AF \frac{BG}{AG}$$

wird; endlich steckt er die Senkrechten HC und FD in der eben berechneten Länge ab, worauf C und D Punkte der Fortsetzung der Linie AB sein werden.

Hätte man AG = 85′, AH = 115′ und BG = 15′ gemessen, so fände man

$$CH = 115 \frac{15'}{85} = 20\ 3''$$

Für AG = 85′, AF = 140′ und BG = 15′ findet man

$$CH = 140 \frac{15'}{85} = 24'\ 7''$$

b. Das Messen der Linien.

1. **Unmittelbares Messen der Linien mit Anwendung der Meßstangen.** Wir haben früher gesehen, daß man unter der Länge einer Linie in der praktischen Geometrie immer die Länge ihrer horizontalen Projektion versteht (den horizontalen Abstand ihrer Endpunkte). Durch unmittelbare Anwendung der Meßstangen wird man diese Länge somit nur erhalten, wenn die Meßstangen stets horizontal zu liegen kommen. Bei horizontalem, ebenem Boden hat dies keine Schwierigkeit, wohl aber etwelche bei geneigtem und durchschnittenem Boden, weßhalb diese Fälle getrennt behandelt werden müssen.

1. **Fall.** Direkte Messung einer Linie auf horizontalem Boden.

Zur Lösung dieser Aufgabe benütze der Feldmesser immer gleichzeitig seine zwei längsten Meßstangen (von 20′ oder 18′). Zuerst legt er die eine davon genau in die Richtung der, nöthigenfalls durch Ausfteckung von Zwischenpunkten deutlich bezeichneten, Linie und ziehe sie dann in der Linie so, daß die eine Endfläche der Meßstange mit dem Anfangspunkte A der Linie übereinstimmt. Sodann legt er die zweite Stange vor der ersten ebenfalls genau in die Richtung der Linie und verschiebt sie in derselben so, daß die Endflächen

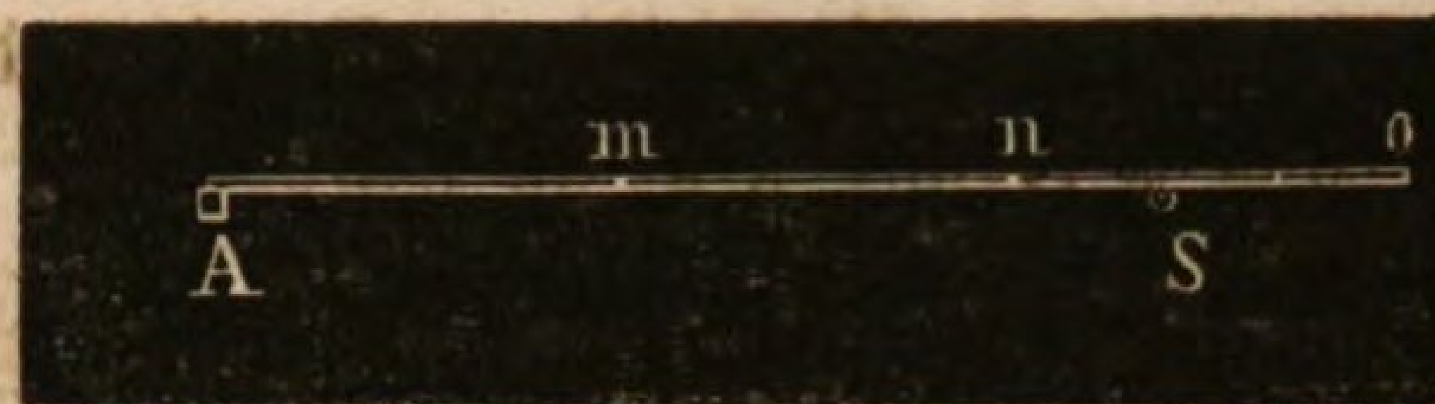


Fig. 36.

der beiden Stangen sich (in m) sanft berühren. Daß die erste Stange (Am) bei diesen Manipulationen so lange unverschoben bleiben muß, bis die andere richtig gelegt worden, ist wohl selbstverständlich. So wie die Stangen in die bezeichnete Stellung gebracht worden sind, hebt der Feldmesser mit der rechten Hand die erste Stange an ihrem vorderen Ende und zählt laut „zwei“ (d. h. zwei Ruthen, sofern er nämlich Stangen von 20' oder zwei Ruthen Länge benutzt). Ein kräftiger Zug gibt der Stange eine Bewegung vorwärts. Der Feldmesser läßt sie bis über die Mitte hinaus durch seine Hand gleiten und dann mit der vorderen Spitze sachte auf den Boden fallen. Hierauf schwingt er sie bis etwas über die zweite Stange genau in Richtung der Linie vor und legt sie neuerdings in die Linie, wie vorhin gesagt. Beim Aufheben der zweiten Stange zählt er laut „vier“ u. s. w. Da gerade beim unmittelbaren Messen der Linien Fehler und Ungeschicklichkeiten oft zum Vorschein kommen, empfehlen wir dem Anfänger die Beachtung des Folgenden.

1. Meßstangen von größerer Länge sollen nicht vorwärts getragen, sondern in der Weise vorwärts geschwungen (geschoben) werden, daß der Feldmesser sie nahe am hintern Ende mit der rechten Hand anfaßt und durch einen sanften Druck nach unten zum Aufschwingen (des vorderen Endes) veranlaßt und dieses dann durch Heben unterstützt.

2. Man handhabe eine solche Stange überhaupt nur mit einer Hand und nicht mit beiden Händen.

3. Man kniee nicht neben den Stangen nieder und erleichtere sich das Bücken durch Spreizen der Beine — der rechte Fuß wird zurückgestellt.

4. Man zähle jede Stange nur einmal, aber laut und entschieden, und zwar immer dann, wenn man sie aufhebt.

5. Man vergesse nicht, die letzte Stange zu rechter Zeit auf die Seite zu schieben und zu zählen.

So unbedeutend und pedantisch diese Forderungen scheinen mögen, ebenso folgenreich ist ihre Beachtung oder Nichtbeachtung. Die Erfahrung hat es oft bestätigt.

Wenn eine Linie mit kürzeren Stangen gemessen wird, sind nahezu die gleichen Vorschriften zu beobachten, nur daß jede Stange eins zählt (eine Ruthe, ein Klafter). Auch können solche Stangen, weil sie zu wenig elastisch sind, nicht geschwungen werden; man muß sie tragen.

2. Fall. Direkte Messung einer Linie auf geneigtem Boden.

Je nachdem die Neigung des Bodens geringer oder größer ist, bedient sich der Feldmesser zur Lösung dieser Aufgabe längerer oder kürzerer Meßstangen und (in beiden Fällen) des Senkelstockes (Seite 12). Versuche haben herausgestellt und auch theoretische Gründe sprechen dafür, daß eine Linie auf geneigtem Boden genauer gemessen wird, wenn man sie von unten nach oben mißt, als wenn es in entgegengesetzter Rich-

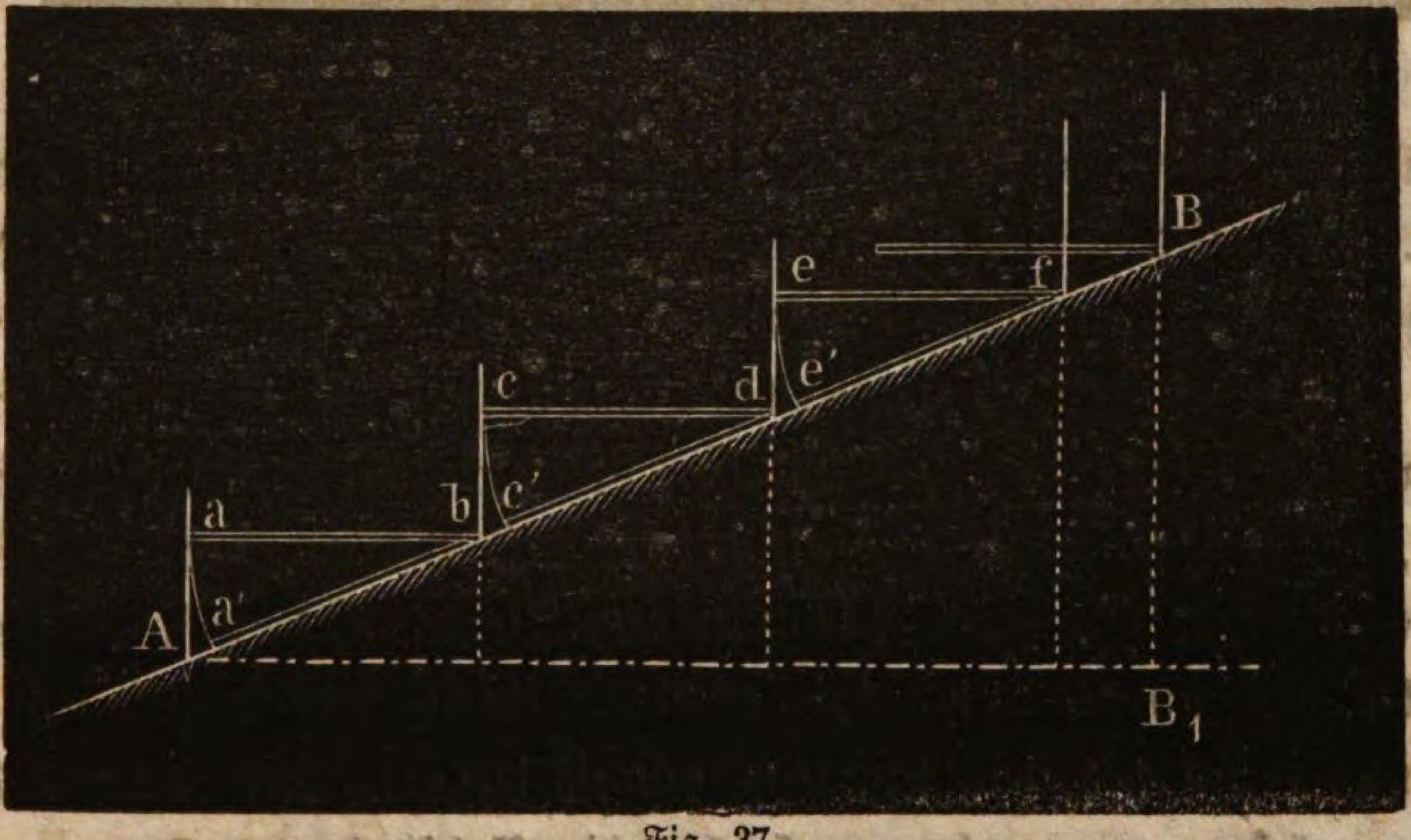


Fig. 37.

tung geschieht. Aus diesem Grunde und weil beim Messen von unten nach oben eine Person ausreicht, während bei entgegengesetztem Verfahren ihrer zwei daran beschäftigt werden müssen, empfehlen wir dem Feldmesser dieses Verfahren. Bei der Ausführung wird zuerst die eine Meßstange in Richtung der Linie gelegt und mit der rechten Hand horizontal gehalten, die linke Hand hält den Senkelstock möglichst ruhig schwebend vertikal ob dem Anfangspunkte der Linie, worauf die Meßstange bis zur sanften

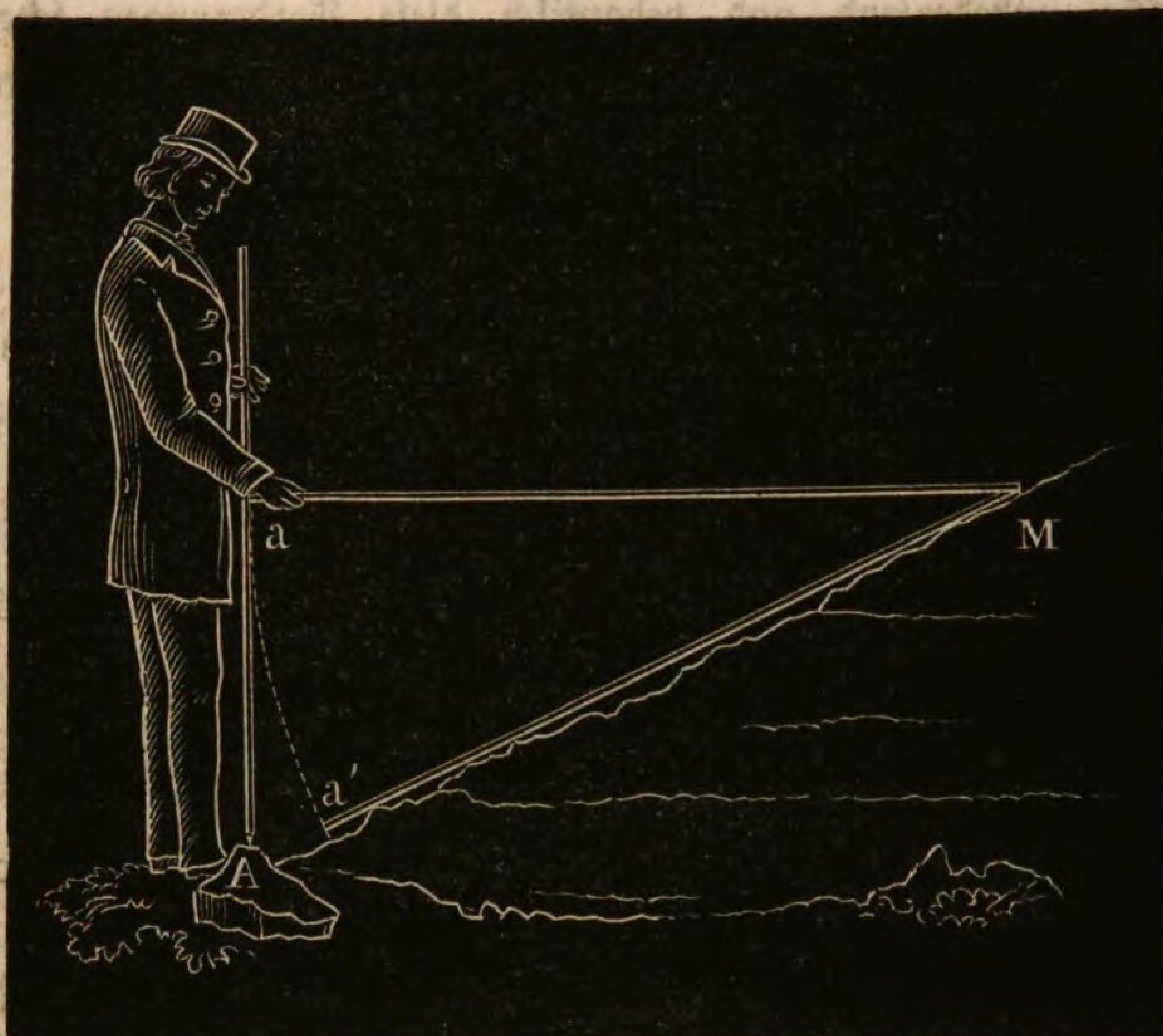


Fig. 38.

Berührung mit dem Senkelstock in Richtung der Linie zurückbewegt wird. Ist dieses geschehen, so legt der Feldmesser diese eine Meßstange ganz auf den Boden, wobei er achten wird, daß sie sich nicht weiter rückwärts bewege. Nun begiebt er sich mit der zweiten Stange in Richtung der Linie vorwärts und verwendet diese, wie die erste. Mit Rücksicht auf die Benutzung des Senkelstockes machen wir noch darauf aufmerksam, daß wenn derselbe vertikal und unmittelbar vor der am Boden liegenden Stange gehalten wird, die andere Stange dann soweit in horizontaler Richtung zurückgezogen werden muß, bis die Endfläche der Stange mit der hintern Fläche des Senkelstockes in einer Ebene liegt. Nur so kommen die Stangen in die gleiche Lage, als ob sie horizontal lägen und einander mit ihren Endflächen berührten. (Fig. 37 und 38.)

Ueber das direkte Messen von Linien ist noch Folgendes zu bemerken.

Wie oben bei Anlaß der Eintheilung der zu vermessenden Grundstücke gesagt worden, bedarf man mitunter nicht bloß der Kenntniß der ganzen Länge einer Linie, sondern man muß auch

die Länge einzelner Stücke davon kennen. Dies ist immer der Fall, wenn eine Linie als Grundlinie dient, um Senkrechte darauf abzustecken. In diesen Fällen kann die Frage entstehen, was besser sei, diese einzelnen Stücke in der Weise einzeln zu messen, daß man am Anfange eines jeden derselben die Stangen frisch ansetzt; oder ob es besser sei, die ganze Linie vorwärts zu messen und dann die Länge der einzelnen Stücke an den Stangen abzulesen. Theorie und Erfahrung sprechen entschieden für das letzte Verfahren, indem man bei demselben weniger Fehler begeht und allfällige Fehler sich nicht weiter fortpflanzen. Hat man also eine Linie AB zu messen, auf welcher in den Zwischenpunkten C, D, E, F u. s. w. Senkrechte erhoben wurden, so setze man die Stangen bei A ein und fahre mit der Messung durch die ganze Linie fort, ohne neu zu beginnen; wo die einzelnen Punkte liegen, was für eine Entfernung dieselben von A aus haben, wird an den Stangen abgezählt. Daß die Meßstangen in der zu messenden Linie ruhig liegen bleiben sollen, gilt auch für den Fall, daß inzwischen seitwärts Höhen oder Perpendikel zu messen sind. Das ist der Grund, weßwegen der Feldmesser immer vier Meßstangen besitzen und zur Arbeit mitbringen soll. Wir bitten den angehenden Feldmesser auf diese Bemerkung zu achten. Außerdem müssen wir ihn wiederholt darauf aufmerksam machen, daß diese Grundlinien zur Sicherheit zweimal zu messen sind, einmal ununterbrochen ganz durch, das zweite Mal abschnittsweise beim Fällen und Messen der Senkrechten.

3. Fall. Indirekte Messung von Linien.

Linien, welche nicht unmittelbar gemessen werden können, sollten beim Feldmessen möglichst vermieden werden, indem eine indirekte Bestimmung niemals so gute Resultate liefert, wie eine direkte. Indessen lassen sich die Fälle nicht ganz vermeiden, in denen die Länge von Linien indirekt bestimmt werden muß. Wir wollen deßhalb das Verfahren, das in solchen Fällen angewendet werden kann, für verschiedene Voraussetzungen andeuten.

1. Voraussetzung: Man kann in Richtung der Linie visiren und beide Endpunkte sind zugänglich (zwischen den Endpunkten liegt z. B. ein Weiher). Man errichtet in jedem Endpunkte der Linie eine

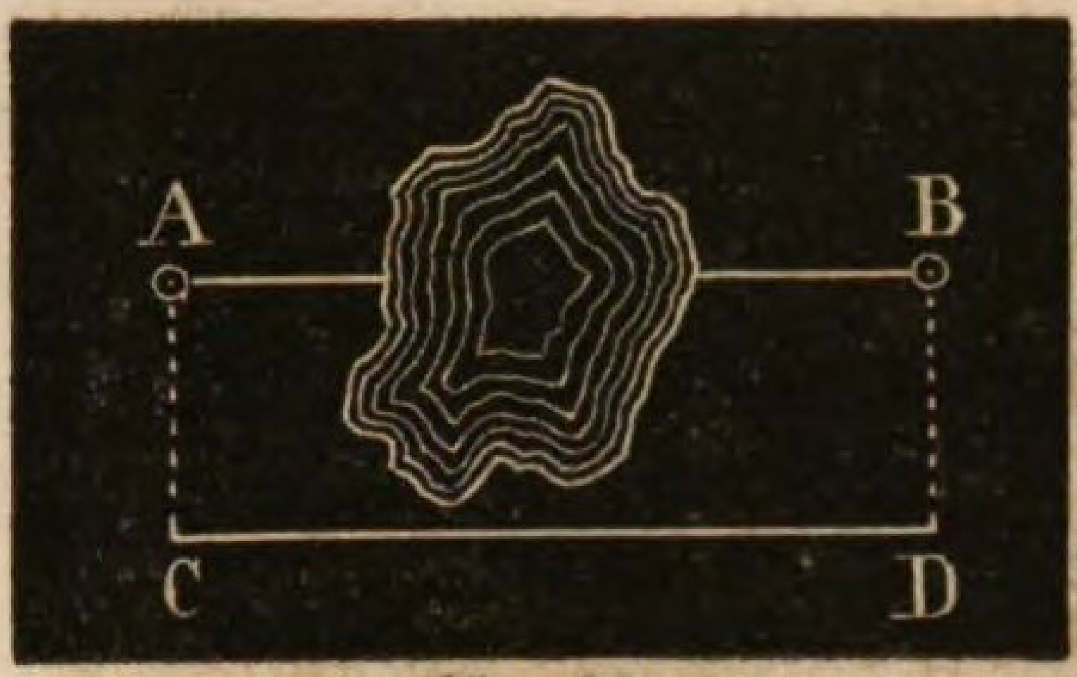


Fig. 39.

Senkrechte (mit Hülfe der Kreuzscheibe oder des Winkelspiegels) und macht diese Senkrechten gleich lang. Die Verbindungslinie der Endpunkte der beiden Perpendikel ist dann gleich der zu messenden Linie und wird statt dieser gemessen. Man mache die beiden Senkrechten nie länger als unumgänglich nothwendig, damit allfällige Ungenauigkeiten in den rechten Winkeln nicht zu sehr auf die Länge der zu messenden Linien einwirken.

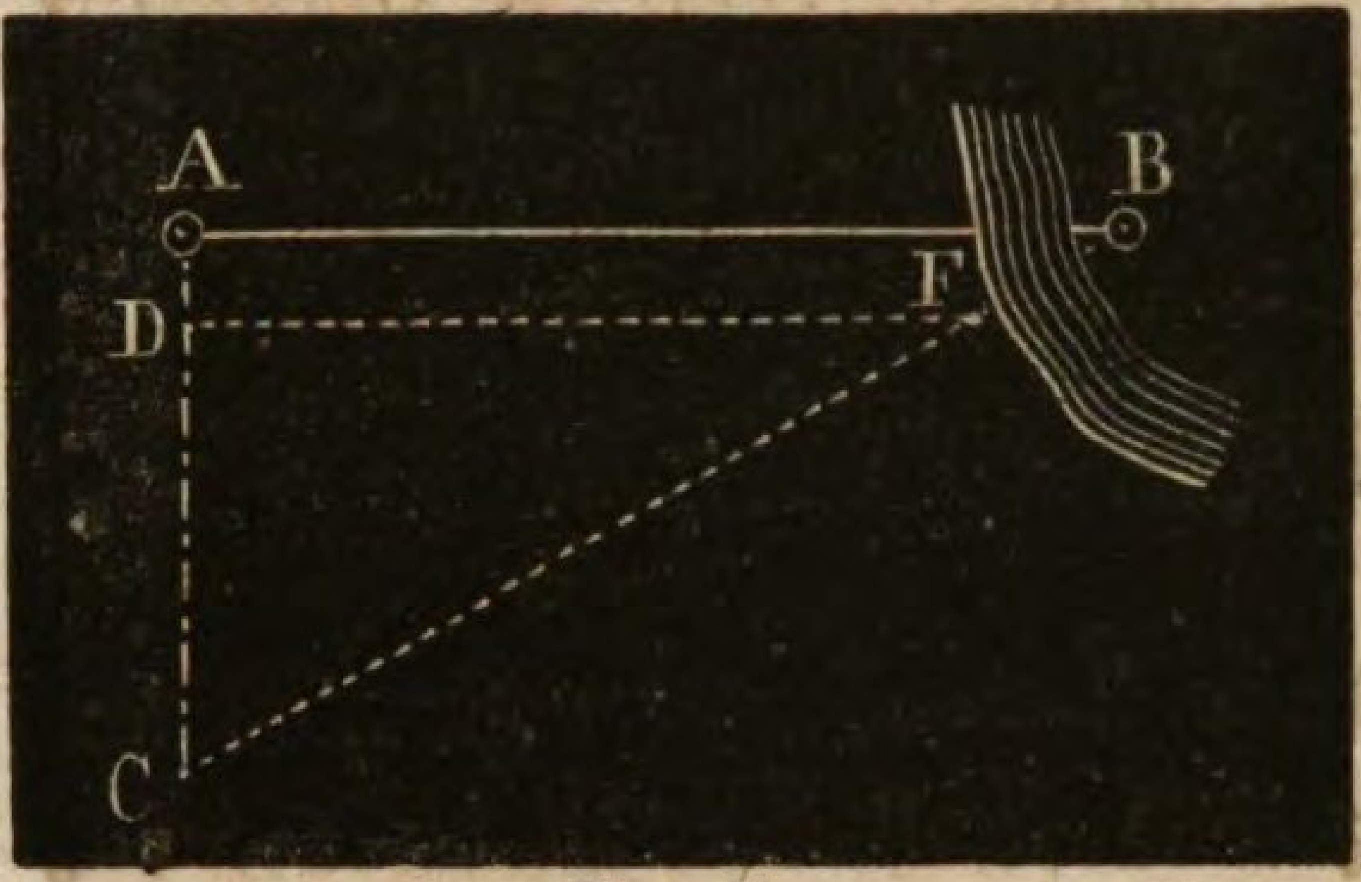


Fig. 40.

2. Voraussetzung: Man kann in Richtung der Linie visiren, aber der Endpunkt B ist von A aus unzugänglich. (Zwischen A und B fließt ein Bach oder Fluß.)

Man steckt durch A eine Senkrechte AC zu AB ab. Dann sucht man den Punkt F von CB auf, der noch zugänglich ist und B am nächsten liegt. Von diesem aus fällt man ein Perpendikel DF auf AC, worauf die gesuchte Länge

$$AB = AC \frac{DF}{CD}$$

ist. AC, DF und CD müssen natürlich gemessen werden.

Für AC = 65', DF = 92' und CD = 54' findet man also

$$AB = 65 \frac{92'}{54} = 110' 7''$$

3. Voraussetzung: Man kann in Richtung der Linie visiren, aber beide Punkte sind unzugänglich (zwischen der zu messenden Linie und dem Feldmesser fließt ein Bach oder Fluß — ein seltener Fall in der Praxis!).

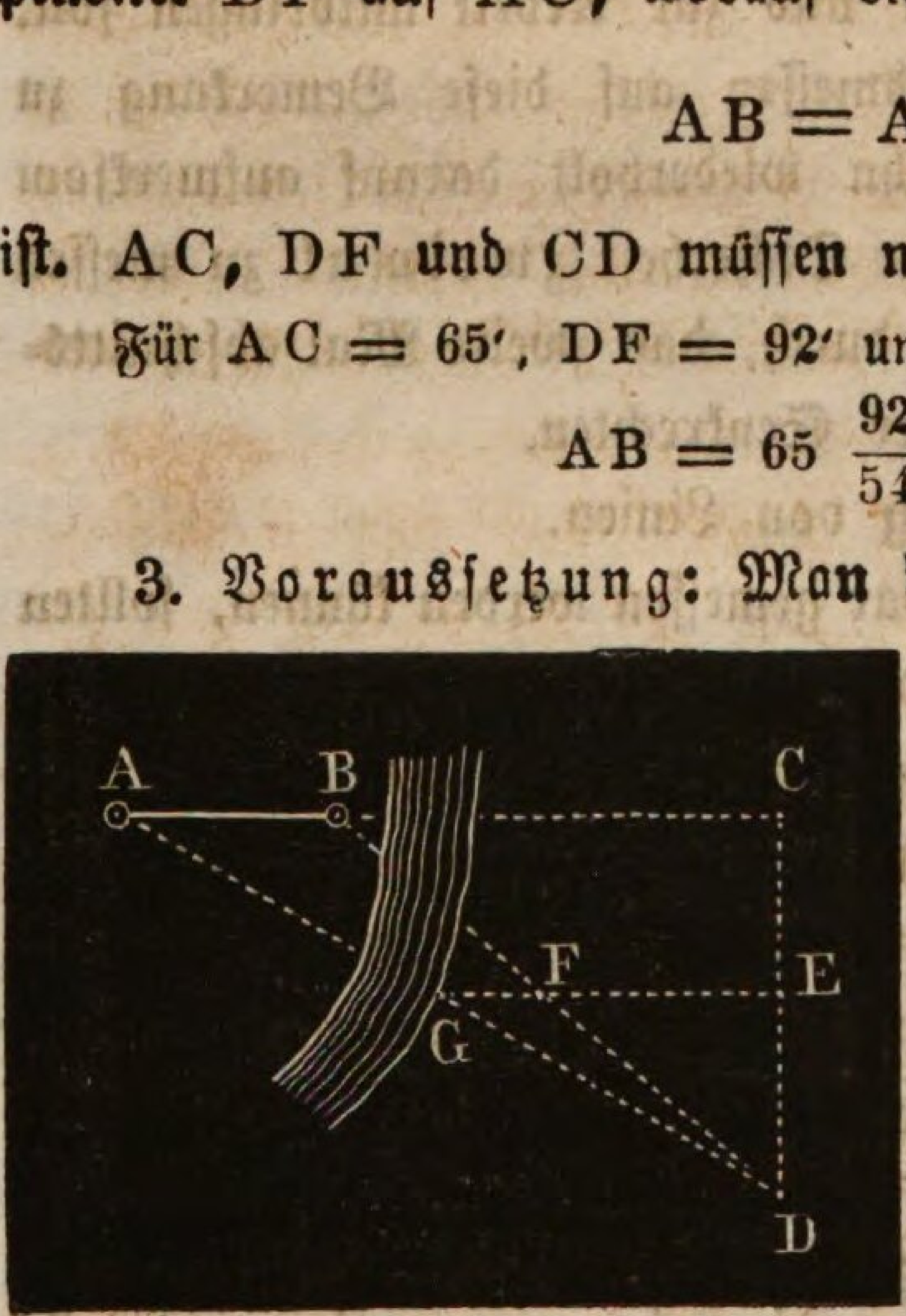


Fig. 41.

Man steckt einen Punkt C in der Verlängerung von AB aus und ermittelt nach Anleitung des letzten Falles zuerst die Länge von

AC, dann die von BC und subtrahirt letztere von der ersten. Wird beides zugleich ausgeführt, so erhält man folgendes Ergebniß, in dem sich die Bezeichnungen auf obstehende Zeichnung beziehen:

$$AB = GF \frac{CD}{ED}$$

Den Beweis für die Richtigkeit des Ausdrucks überlassen wir dem geneigten Leser.

Hätte man CD = 65′, ED = 35′ und GF = 20′ gemessen, so wäre

$$AB = 20 \frac{65'}{35} = 37' 1''$$

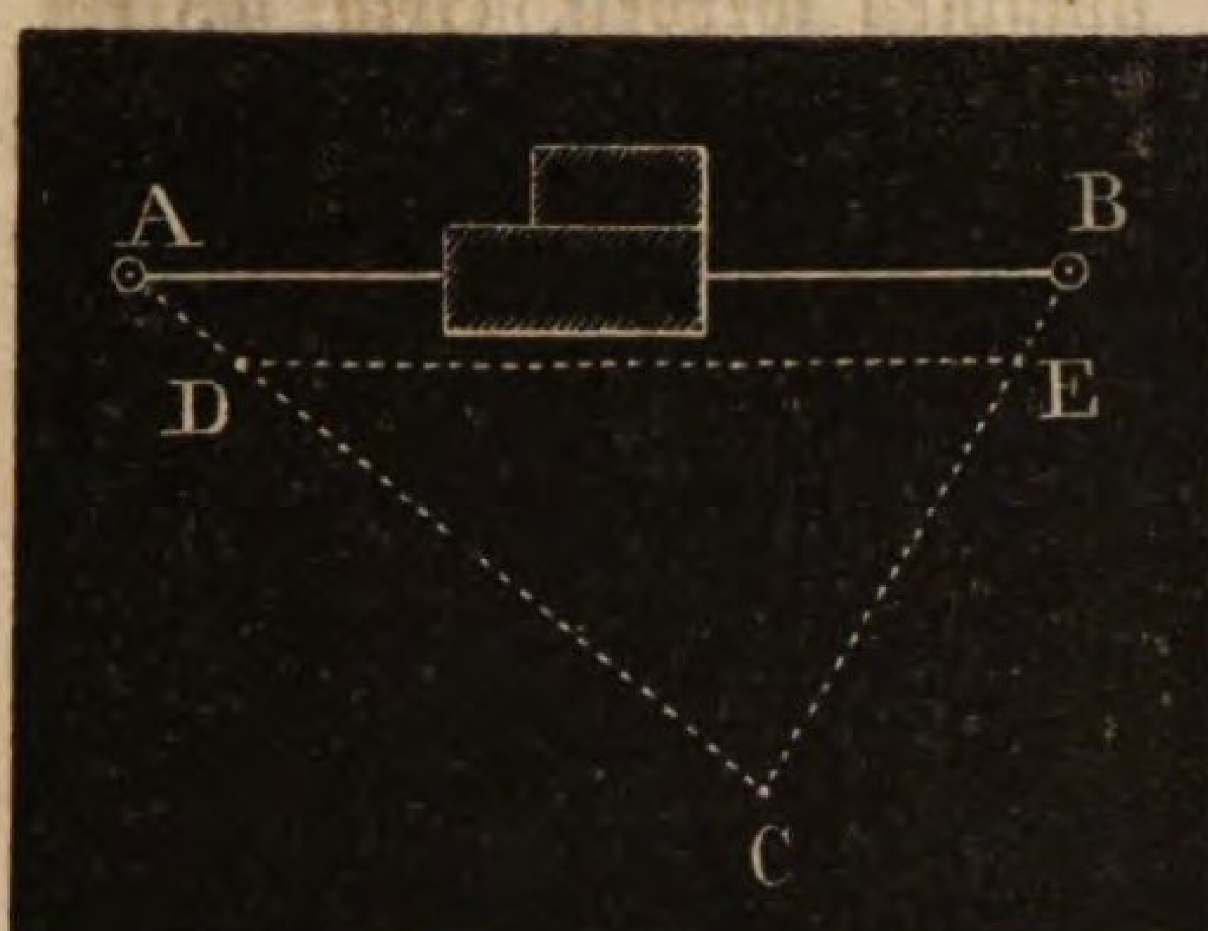


Fig. 42.

4. Voraussetzung: Man kann in Richtung der Linie weder sehen noch messen; beide Endpunkte A und B sind zugänglich. (Ein Haus steht zwischen denselben.)

Man wählt einen dritten Punkt C so aus, daß man von ihm nach A und B sehen und messen kann; sodann bestimmt man D und E so, daß

$$CD : CA = CE : CB$$

wird, worauf

$$AB = DE \frac{AC}{DC}, \text{ oder } AB = DE \frac{BC}{EC}$$

Welche Linien in diesem Falle gemessen werden müssen, ist aus diesem Resultate leicht ersichtlich.

Man hat z. B. AC = 100′, BC = 75′ gemessen und dann D auf AC so angenommen, daß CD = 80′ wird; so muß dann E auf CB so abgesteckt werden, daß CE = 60. Denn nur in diesem Falle ist CD : CA = CE : CB, d. h. 80 : 100 = 60 : 75 und DE parallel AB. Es findet dann aber auch die Proportion AB : DE = AC : DC = BC : EC statt, und nachdem DE gemessen worden, kann AB berechnet werden. Für DE = 96′ fände man diesfalls

$$AB = 96 \frac{100'}{80} = 120'$$

5. Voraussetzung: Man kann in Richtung der Linie weder sehen noch messen. Nur der Anfangspunkt A ist zugänglich. (Ein Haus und ein Fluß liegen zwischen den Endpunkten.) In diesem

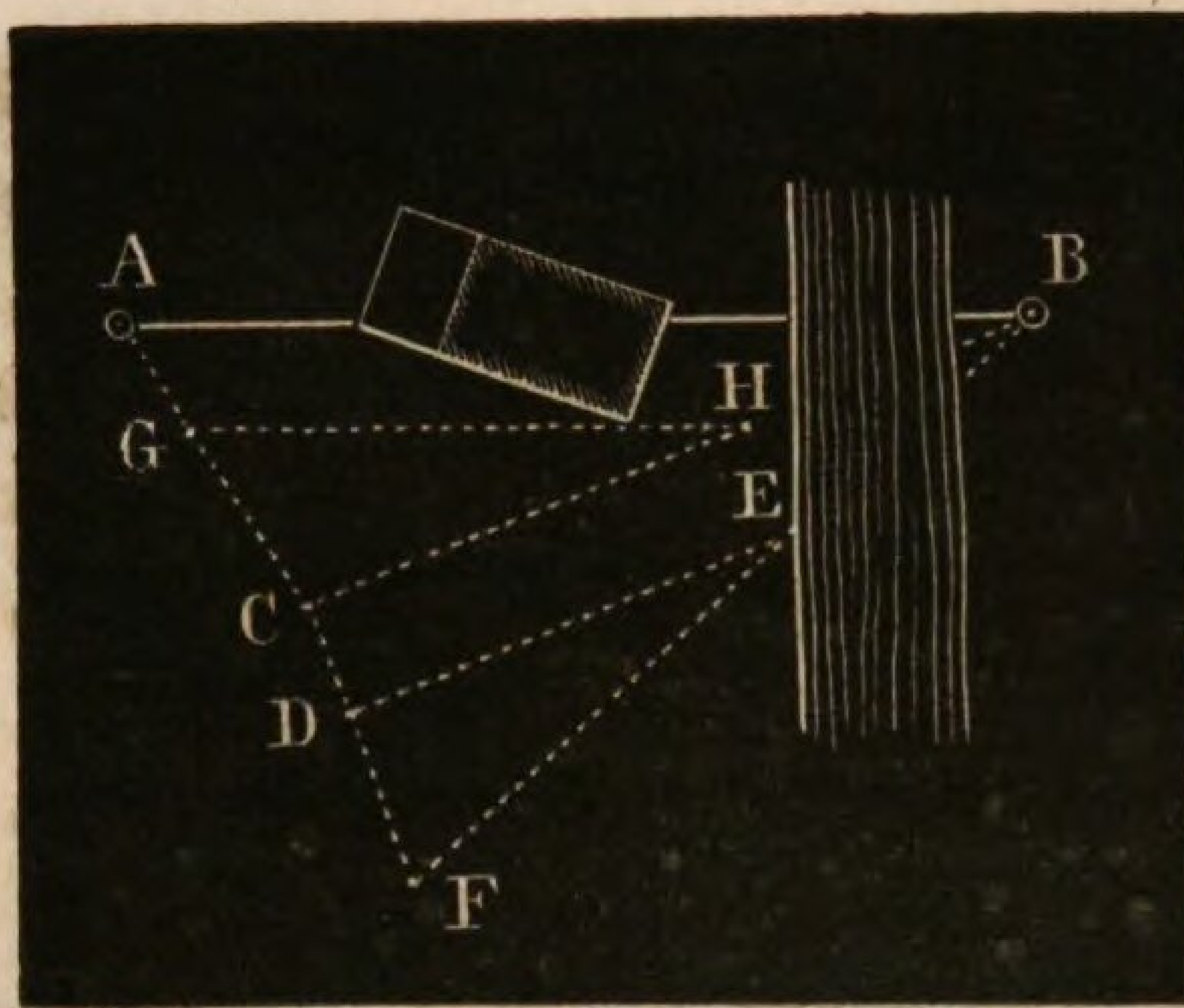


Fig. 43.

Falle wählt man einen Punkt C so aus, daß von ihm nach A gemessen und nach B visirt werden kann. Hierauf bestimmt man die Länge von CB nach den frühern Angaben bezüglich der 2. Voraussetzung und verfährt im Uebrigen wie im vorigen Fall. Das Weitere kann der nebenstehenden Zeichnung entnommen werden. (Fig. 43.)

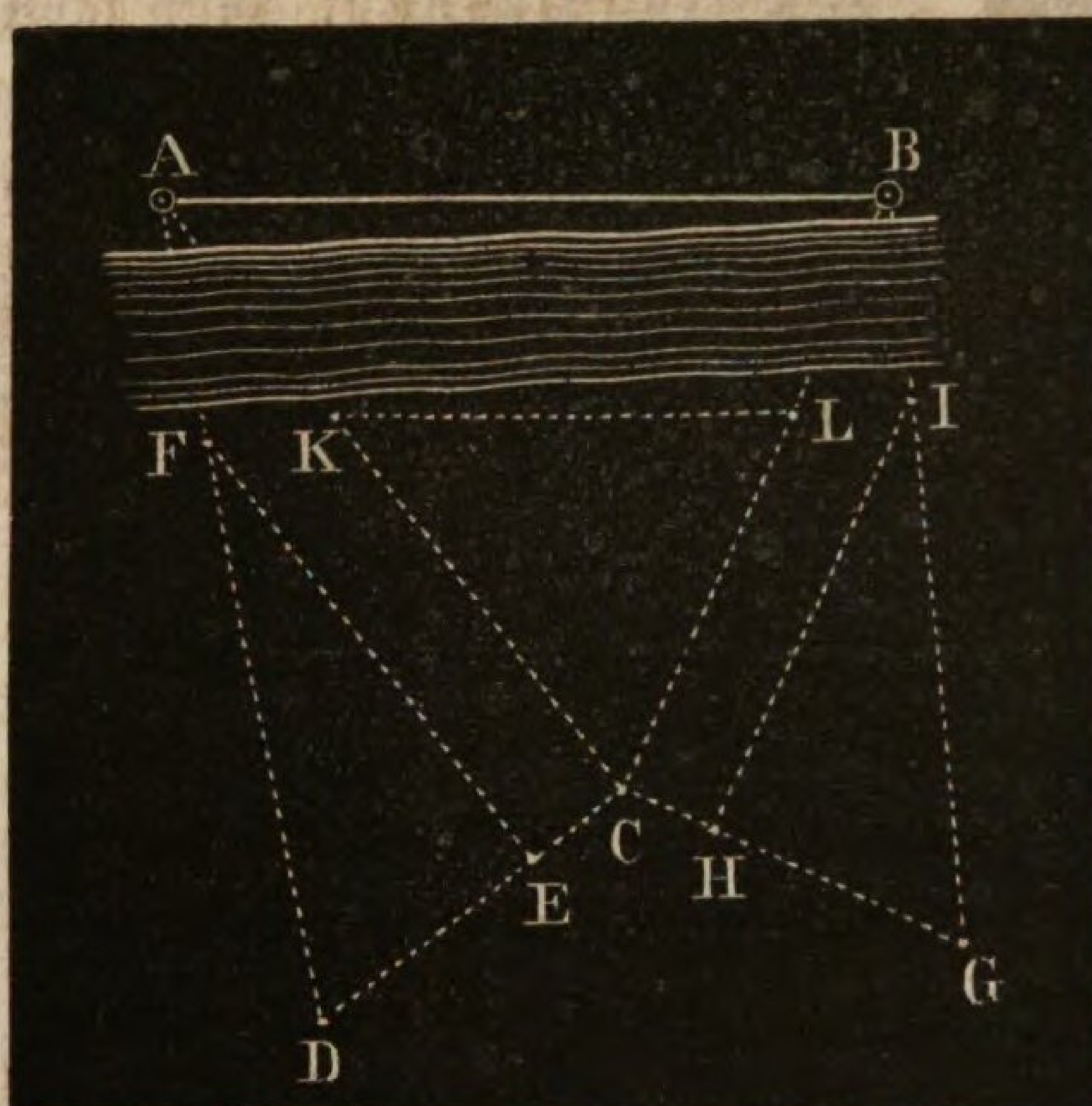


Fig. 44.

6. Voraussetzung: Man kann in Richtung der Linie weder sehen noch messen. Beide Endpunkte A und B sind unzugänglich. (Es handelt sich um die Entfernung zweier Punkte jenseits eines Flusses, zweier Kirchthurmspitzen u. dgl., was in der eigentlichen Praxis indessen selten vorkommt.)

Nachdem man einen Punkt C so gewählt hat, daß von ihm aus nach A und B visirt werden kann, bestimmt man dessen Entfernung von A und B nach den frühern Angaben bezüglich der 2. Voraussetzung. Hierauf ist die Aufgabe dieselbe, wie wir sie unter der 4. Voraussetzung gelöst haben. Was für Linien ausgesteckt und welche davon gemessen werden müssen, kann obenstehender Zeichnung (Fig. 44) entnommen werden.

Mit Rücksicht auf die angegebenen Lösungen zu den ebenbehandelten sechs Aufgaben bemerken wir, daß dies nicht die einzigen sind und daß zuweilen, unter besondern Umständen, bequemere in Anwendung kommen können. Wir haben uns indessen gerne auf obige Angaben beschränkt, weil wir annehmen dürfen, daß ein Feld-

messer, dem diese Lösungen zu Gebote stehen, noch weitere von selbst finden wird.

Wie allen menschlichen Handlungen überhaupt Unvollkommenheiten ankleben, so ist es auch bei den Feldmesserarbeiten und speziell beim Linienmessen der Fall. Wir meinen hierbei nicht die groben Fehler, die aus Unachtsamkeit u. dgl. entstehen, sondern wir denken hier an die Fehler, welche von der Ungenauigkeit der Instrumente, von der Unvollkommenheit unserer Sinnesorgane u. s. w. herrühren und die in der praktischen Geometrie unter dem Namen der „unvermeidlichen Fehler" bekannt sind. Wir müssen — besonders zu Handen der Anfänger in der Feldmeßkunst — hier einige weitere Bemerkungen über diesen Gegenstand anbringen.

Der Umstand, daß dergleichen unvermeidliche Fehler vorkommen, möge zunächst dem Feldmesser als Mahnung dienen, bei all seinen Arbeiten vorsichtig und gewissenhaft genau zu Werke zu gehen, damit zu den unvermeidlichen Fehlern nicht etwa auch grobe Verstöße und Versehen kommen, die seiner Arbeit und damit auch ihm selber das Zutrauen rauben. Zu dem Ende wird er bei all seinen Arbeiten keine der Maßregeln unberücksichtigt lassen, auf die wir wiederholt hingewiesen haben und noch hinweisen werden, und die er als Kontrole und Prüfstein benutzen kann. Nur wenn er diese Vorschrift jederzeit sorgfältig beachtet, wird er jede Arbeit mit dem ruhigen Bewußtsein aus der Hand zu geben vermögen, daß er ihre Ergebnisse auch verbürgen könne.

Die unvermeidlichen Fehler rühren nun, wie schon oben angedeutet, einerseits von der Ungenauigkeit der Instrumente her. Die Meßlatten z. B. haben nie mathematisch genau die Länge, die sie darstellen sollen; auch sind sie, oder werden sie nach und nach, mehr oder weniger krumm. Deßhalb riethen wir dem Feldmesser, die Stangen selbst zu prüfen, d. h. sie mit einem ganz zuverlässigen Normalmaßstab zu vergleichen und nöthigenfalls zu berichtigen. Wir sagen selbst zu vergleichen; denn Fehler von einer halben Linie etwa, wie sie ein Handwerker als Kleinigkeit übersehen würde, dürfen nicht geduldet werden: die häufige Wiederholung eines kleinen Fehlers erzeugt hier ganz sicher einen großen Fehler. Aehnlich verhält es sich mit andern Instrumenten, die ebenfalls unvollkommen

sind. Dann muß hier namentlich auch darauf hingewiesen werden, daß die Marksteine — weil meistens unbehauen — Anfang und Ende einer Linie nie scharf bezeichnen und daher auch zu Fehlern Veranlassung geben. Man sollte aus diesem Grunde bei nicht behauenen Marksteinen, wie zuweilen geschieht, immer schon bei der Vermarkung auf der Oberfläche der Steine einen Punkt durch Eingraben bezeichnen, der den Anfang der betreffenden Linie genau angiebt.

Eine andere, viel fruchtbarere Fehlerquelle ist in der unvollkommenen Handhabung der Instrumente zu suchen. Die Meßlatten z. B. werden nicht genau genug aneinander gereiht; man weicht mit ihnen von der vorgeschriebenen Richtung nach links oder nach rechts ab; man hält sie nicht genau genug wagrecht u. s. w. Ob die daraus hervorgehenden Fehler von Einfluß sein sollen oder nicht, hängt in hohem Grade von der Art ab, wie man arbeitet, ob sorgfältig und möglichst genau oder gegentheilig. Es hängt dies aber auch von der Methode ab, die man benutzt. Wenn die Länge einer Linie, die nöthigenfalls direkt hätte gemessen werden können, aus andern Linien abgeleitet wird, kann man im Allgemeinen ohne Weiteres annehmen, daß sie ungenauer ausfällt, als wenn der andere Weg eingeschlagen worden wäre. Wenn eine Linie mit Benutzung von nur einer Meßstange gemessen wird, fällt das Ergebniß auch ungenauer aus, als wenn man sie mit zwei Stangen mißt u. dgl. Wir haben gehörigen Orts stets auf die Verfahrungsarten hingewiesen, die erfahrungsgemäß das beste Resultat liefern. Der angehende Feldmesser wird diese Winke nicht unbeachtet lassen und wird auch durch wiederholte Ausführung derselben Arbeit sich nach und nach einen Maßstab für den Grad der von ihm erreichten Genauigkeit verschaffen. Zur Vergleichung und Orientirung fügen wir hier die in der „Vermessungs-Instruktion für Kataster-Geometer“, die für einzelne Kantone der Schweiz auf dem Wege des Konkordats aufgestellt wurde, enthaltenen Bestimmungen über den zu fordernden Genauigkeitsgrad bei Linienmessungen bei. Weil die unvermeidlichen Fehler einerseits, und zwar hauptsächlich, von der ungenauen Bezeichnung von Anfang und Ende der Linien und andererseits von der Ungenauigkeit im Messen herrühren; da ferner die erste Fehlerquelle

offenbar für lange und kurze Linien dieselbe bleibt und nur die zweite Art von Fehlern mit der Länge der Linien zunimmt; so sind die geduldeten Fehler eigentlich nicht proportional der Länge der Linie, wie die Instruktion vorauszusetzen scheint. Daß man für Linien auf ebenem und wagrechtem Boden andere Forderungen stellt als für solche in abhängigem Boden, ist leicht begreiflich. In der angeführten Instruktion heißt es, Art. 24:

„Letztere Zahlen (d. h. die zur Berechnung des Flächeninhalts „nöthigen Zahlen), so wie alle Grenzlinien, müssen mit den auf „dem Terrain zu erhebenden Maßen in ebenem, zugänglichem Terrain „folgende Uebereinstimmung zeigen:

„Entfernungen von 0—100 Fuß müssen auf 1 Zoll genau sein,
„ 100—200 „ „ „ 2 „ „ „
„ 200—300 „ „ „ 3 „ „ „
„u. s. w. In bergigem, unzugänglichem Terrain darf der Fehler „höchstens das Dreifache betragen.“

Bei dem Anlaß fügen wir gerade auch noch den Schluß von Art 23 bei:

„Alle Längenangaben beziehen sich auf die Hori„zontalprojektion.“

c. Das Messen der Winkel. (Abstecken von Perpendikeln.)

Von einem eigentlichen Winkelmessen kann mit den Instrumenten, die wir besprachen, kaum die Rede sein. Die Kreuzscheibe und der Winkelspiegel sind allerdings Werkzeuge, in denen eine Winkelgröße — der rechte Winkel — durch geeignete Mittel repräsentirt ist. Allein ihr eigentlicher Zweck ist: Angabe einer Linie, die auf einer gegebenen Linie in einem vorgeschriebenen Punkte senkrecht steht. Es kann mit Hülfe der genannten Instrumente auch nur diese Aufgabe für die praktische Geometrie unmittelbar gelöst werden. Von einem gegebenen Punkte eine Senkrechte auf eine gegebene Linie fällen, und durch einen gegebenen Punkt eine Parallele zu einer gegebenen Linie angeben ꝛc., das sind

Aufgaben, die nur mittelbar mit Kreuzscheibe und Winkelspiegel gelöst werden können.

Die Lösung der Aufgabe: durch einen Punkt P einer Geraden AB eine Senkrechte abzustecken, kann mit beiden Instrumenten sehr leicht erzielt werden. Die Kreuzscheibe wird in

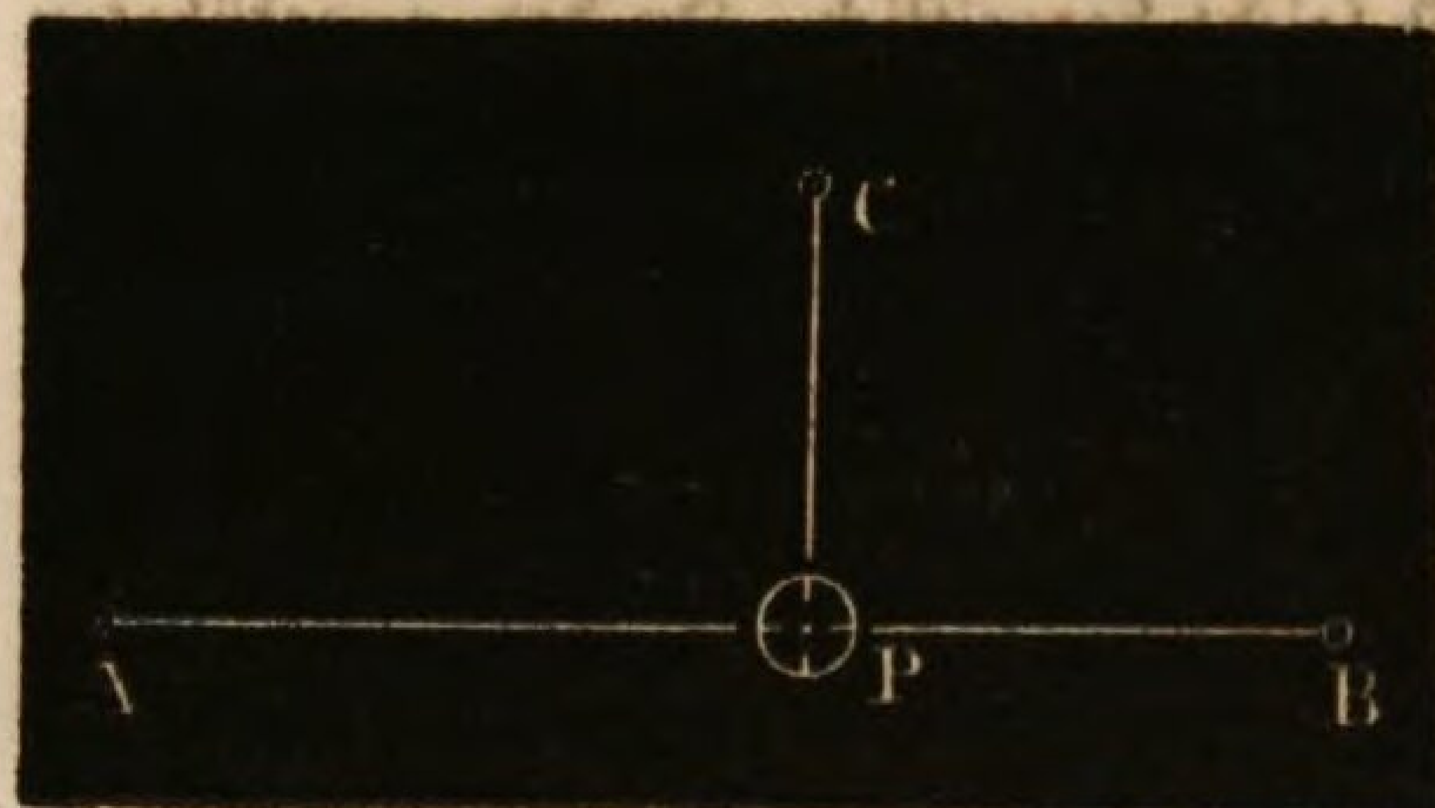


Fig. 45.

dem betreffenden Punkte mit Hülfe ihres Stockes so aufgestellt, daß ihre Axe — die Schnittlinie der beiden Visirebenen — vertikal steht und, gehörig verlängert, durch den betreffenden Punkt geht. Dann dreht man die Kreuzscheibe (bei unveränderter Stellung des Stockes) um den Zapfen, bis die eine Visirebene mit der Vertikalebene der gegebenen Linie zusammenfällt. Von dem Vorhandensein dieser Bedingung überzeugt man sich, indem man in Richtung der Visirebene zuerst nach dem einen und dann (zur Kontrole) auch nach dem andern Endpunkte zielt. (Beim Zielen oder Visiren ist die Schauritze des Fadendiopters dem Auge zugekehrt, der Faden dagegen dem Objekte, nach dem gezielt oder visirt wird.) Der Anfänger gewöhne sich daran, den Stock der Kreuzscheibe während des Zielens unberührt zu lassen; überhaupt fasse er denselben nicht mehr an, nachdem er ihn vertikal gestellt hat. Ist die Kreuzscheibe so aufgestellt und gerichtet, so giebt die zweite Visirebene die Richtung der verlangten Senkrechten an, die der Feldmesser von einem Gehülfen durch eine Signalstange bezeichnen lassen kann.

Wie mit dem Winkelspiegel diese Aufgabe gelöst werden kann, wurde schon oben (Seite 21) bei Anlaß der Prüfung jenes Instrumentes gesagt. Hier wollen wir nur daran erinnern, daß dieses Instrument, das sich sonst seiner Leichtigkeit wegen empfiehlt, nur bei horizontalem Boden gebraucht werden darf. Auch wollen wir beifügen, daß die Handhabung des Winkelspiegels ein ziemlich geübtes Auge und eine ziemlich sichere Hand voraussetzt, um ihn genau vertikal ob dem gegebenen Fußpunkte ruhig zu halten, oder — wie dies meistens vorkommt — um den vertikal unter dem Spiegel liegenden Fuß-

punkt richtig anzugeben. Anfänger thun gut daran, sich einer Signalstange zur Bestimmung jenes Punktes zu bedienen, indem sie diese vertikal halten und den Spiegel an dieselbe anlehnen.

Die Lösung der andern, wohl am häufigsten vorkommenden Aufgabe: durch einen Punkt außerhalb einer Linie eine Senkrechte zur gegebenen Linie abzustecken, wird mit beiden Instrumenten in gleicher Weise indirekt gelöst. Der Feldmesser bestimmt vorerst nach Augenmaß, wohin der gesuchte Fußpunkt des Perpendikels ungefähr fallen mag und errichtet dann hier in der soeben angedeuteten Weise eine Senkrechte zur gegebenen Linie. Geht diese durch den vorgeschriebenen Punkt, so ist die Aufgabe gelöst; wo nicht, muß die Lösung so lange wiederholt werden, bis diese Bedingung zutrifft. Aus dem Fehler, den man begeht, wird man ungefähr schätzen können, in welcher Richtung der angenommene Fußpunkt zu verschieben ist und um wie viel.

Die auf der Linie liegenden Meßstangen und der Stock der Kreuzscheibe, rechtwinklig zu einander gehalten, können die vorläufige Schätzung des Fußpunktes der Senkrechten sehr erleichtern.



Fig. 46.

Die Aufgabe endlich: zu einer gegebenen Linie AB durch einen vorgeschriebenen Punkt P eine Parallele zu legen, welche Aufgabe ebenfalls mit Kreuzscheibe und Winkelspiegel gelöst werden kann, verursacht keinerlei Schwierigkeiten. Man löst sie einfach dadurch, daß man vom gegebenen Punkt P eine Senkrechte auf die gegebene Linie AB fällt und dann auf der Senkrechten im gegebenen Punkt P ein Perpendikel CD errichtet.

d. Das Aufzeichnen und Aufschreiben der Messungsergebnisse.

Da bei den Arbeiten, die wir besprechen, eigentliche Winkelmessungen nicht vorkommen, so beschränken sich die unmittelbaren Ergebnisse der Messung auf Maßzahlen von Linien. Es

könnte unter Umständen genügen, und es giebt auch Fälle, wo man sich damit begnügen muß, diese Maßzahlen, mit entsprechenden Zeichen versehen, in Form eines tabellarischen Verzeichnisses aufzuschreiben. Zweckmäßiger ist es jedoch und in den meisten Fällen unerläßlich, mit den Maßzahlen auch die betreffenden Linien zu fixiren. Diese werden zu dem Ende in möglichst richtiger gegenseitiger Lage und in verhältnißmäßiger Größe verzeichnet und mit den zugehörigen Maßzahlen versehen. So enthält dann die Skizze oder der Handriß — denn so nennt man diese graphisch-schriftliche Darstellung — zu gleicher Zeit ein geometrisch-ähnliches Bild des gemessenen Grundstückes und alle Zahlen und Angaben, die zur Berechnung, Zeichnung und allenfalls zur Theilung desselben nothwendig sind.

Zur Anfertigung des Handrisses dienen der Skizzirtisch, die Maßstäbe ꝛc., die wir oben (Seite 22 und 23) beschrieben haben. Das Verfahren aber ist folgendes.

Nachdem der Feldmesser das Grundstück in Augenschein genommen, ausgesteckt und eingetheilt hat, beginnt er mit der Messung der Eintheilungs- oder Standlinien, die der geometrischen Zeichnung gleichsam als Gerippe dienen, ihre Unterlage ausmachen. Diese Linien werden auch vorzu gezeichnet. Die erste davon kann der Feldmesser auf dem Handrißblatte willkürlich annehmen; er wird sie jedoch so wählen, daß die Figur wo möglich ganz auf dem gleichen Blatte Raum findet und zur ganzen Papierfläche eine symmetrische Lage erhält. Beim Auftragen der ersten Linie muß sich der Feldmesser auch über den Maßstab entscheiden. Welche Verjüngung er anwenden will, hängt zum Theile von den Dimensionen des zu vermessenden Grundstückes ab, zum Theil aber auch von der Menge der Einzelnheiten, die auf dem Grundstücke vorkommen und aufgenommen und angegeben werden müssen. Indem der Feldmesser die längste Linie des Grundstückes mit der Ausdehnung seines Zeichnungsblattes vergleicht, findet er das richtige Verhältniß. Indessen sind für Handrisse Maßstäbe von 1 : 100 bis 1 : 1000 die passendsten. Daß in einem und demselben Handrisse alle Linien nach demselben Maßstab aufgetragen werden müssen, ist wohl selbstverständlich.

Die zweite Linie, die gemessen wird, muß, damit man sie sofort in richtiger Lage aufzeichnen könne, mit der ersten einen Punkt

gemeinschaftlich haben; so die dritte mit der ersten oder zweiten u. s. w. Ist die zweite Linie senkrecht zur ersten, so benutzt

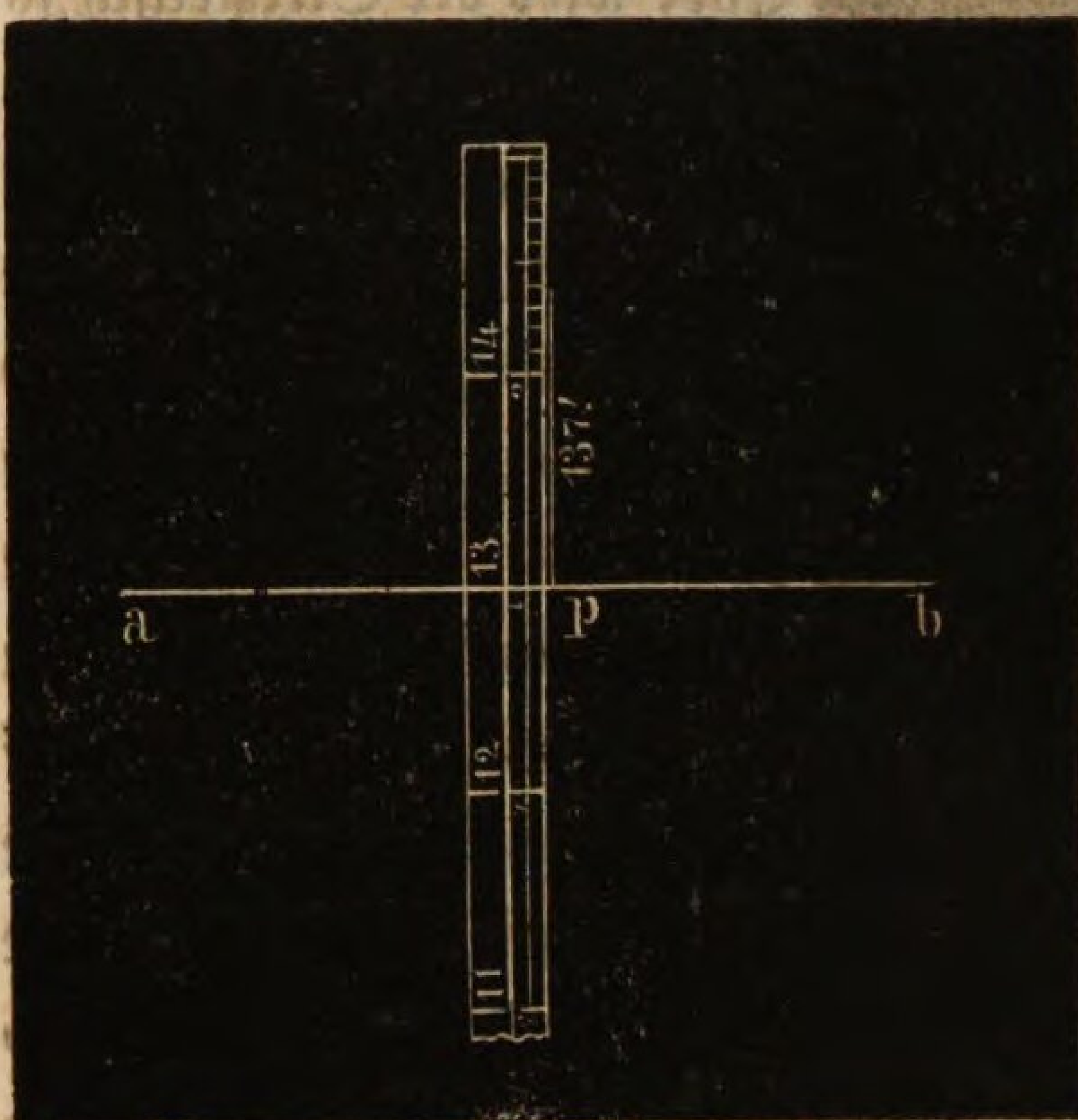


Fig. 47.

der Feldmesser den Maßstab als rechten Winkel (équerre), indem er ihn so an die erste Linie anlegt, daß zwei gegenüberliegende Theilstriche mit ihr zusammenfallen, und zieht dann längs der Kante die zweite Linie in erforderlicher Länge. Soll z. B. im Punkte p von a b eine Senkrechte von 137′ nach dem Maßstab von 1:1000 aufgetragen werden, so legt der Feldmesser den Maßstab (mit Linientheilung) so an die Linie a b, daß die Theilstriche 1 und 13 in die Richtung von a b fallen und die Kante bei 1 durch p geht; dann giebt diese Kante die Senkrechte, die von 1


Fig. 48.

über 0 bis nahe an den vierten Zwischentheilstrich zu ziehen ist. Bei dieser Arbeit hält der Feldmesser den Tisch schief vor sich, den Fuß desselben gegen den Boden gestemmt: so hat er beide Hände zum Gebrauche frei. (Fig. 48.)

Wenn die zweite Linie, die aufgetragen werden soll, schiefwinklig zur ersten ist, wie dies meistens bei den Grundlinien (Umfangs- und Standlinien(vorkommt, so muß der Feldmesser trachten, sie im entsprechenden Punkte so an die erste anzutragen, daß die beiden Linien in der Zeichnung möglichst denselben Winkel bilden, wie die bezüglichen Linien auf dem Felde (beziehungsweise

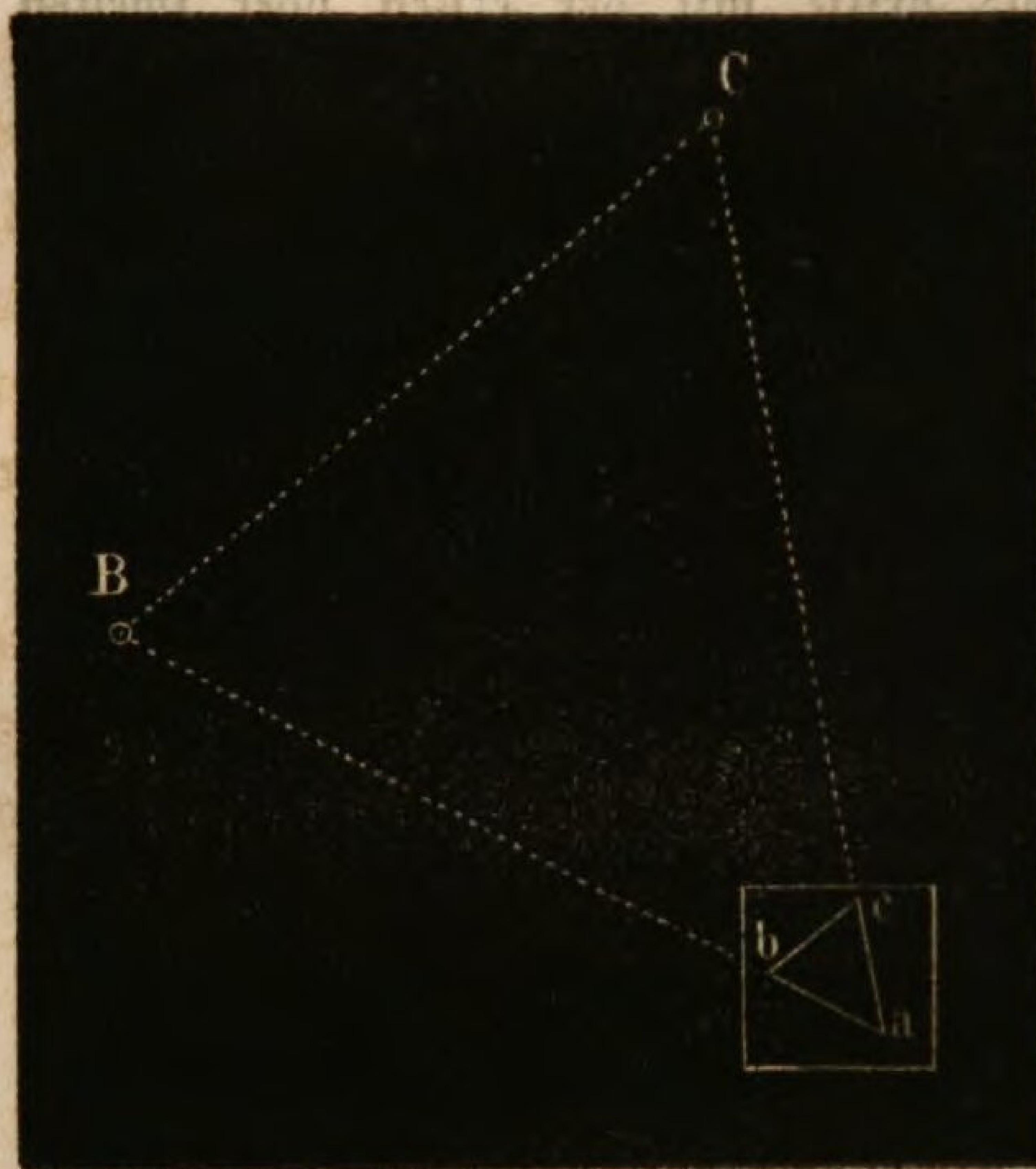


Fig. 49.

deren Grundrisse). Zu diesem Ende wird der Skizzirtisch so bei dem gemeinschaftlichen Punkte der beiden Linien aufgestellt, daß seine Platte horizontal ist, der entsprechende Punkt in der Zeichnung vertikal ob dem Punkte auf dem Felde zu liegen kommt und die auf der Zeichnung vorhandene erste Linie annähernd die Richtung der ihr entsprechenden Linie auf dem Boden hat. Dann wird der Maßstab an die in der Zeichnung vorhandene Linie angelegt und mit Hülfe seiner obern Kante (die nun als Visirvorrichtung dient) der Tisch genau orientirt, d. h. so gedreht, daß die Linie in der Zeichnung möglichst genau in der Richtung mit der entsprechenden Linie auf dem Felde übereinstimmt. Ist dies geschehen, so wird endlich der Maßstab so um den gemeinschaftlichen Punkt beider Linien gedreht, daß er die Richtung der zweiten Linie möglichst genau annimmt, und dann wird diese in der Zeichnung längs der Maßstabkante gezogen.

Beim Antragen einer dritten Linie an die zweite oder erste, sowie bei jeder folgenden, wiederholt sich das Nämliche, was bei der zweiten vorgekommen ist, weßhalb wir nicht weiter darauf einzutreten brauchen. Dagegen müssen wir über das Anfertigen der Handrisse im Allgemeinen noch etwas hinzufügen.

Die Handrisse bilden das eigentliche Protokoll über die Arbeiten des Feldmessers; sie enthalten die Angaben, aus welchen alle weitern Resultate der Vermessung abgeleitet werden. Dieser Umstand verleiht ihnen eine ganz besondere Wichtigkeit. Darum ist es Pflicht des Feldmessers, bei Anfertigung der Handrisse genau und gewissenhaft zu Werke zu gehen. Die unmittelbaren Ergebnisse der Vermessung müssen ganz unverändert, wie sie gefunden wurden, in den Handriß eingetragen werden, aber auch so eingetragen werden, daß

sie unverändert als solche wieder erkannt werden können. Deutlichkeit in Schrift und Zeichnung ist demnach eine weitere Forderung, die an einen ordentlichen Handriß gestellt werden muß. Ein unordentlich und undeutlich geschriebener und gezeichneter Handriß erweckt von vornherein Mißtrauen in seine Zuverlässigkeit. Neben der Beachtung der sonstigen allgemeinen Vorschriften über Schreiben und Zeichnen, empfehlen wir dem Anfänger noch die Berücksichtigung des Folgenden.

Ein Handriß enthält im Allgemeinen, wie folgendes Beispiel lehrt, viererlei Zahlen. Um eine Verwechslung derselben, so wie um die Vermengung der Zahlen überhaupt zu vermeiden, muß man

Handriß der Wiesen in der Rüti, Gemeinde Au.

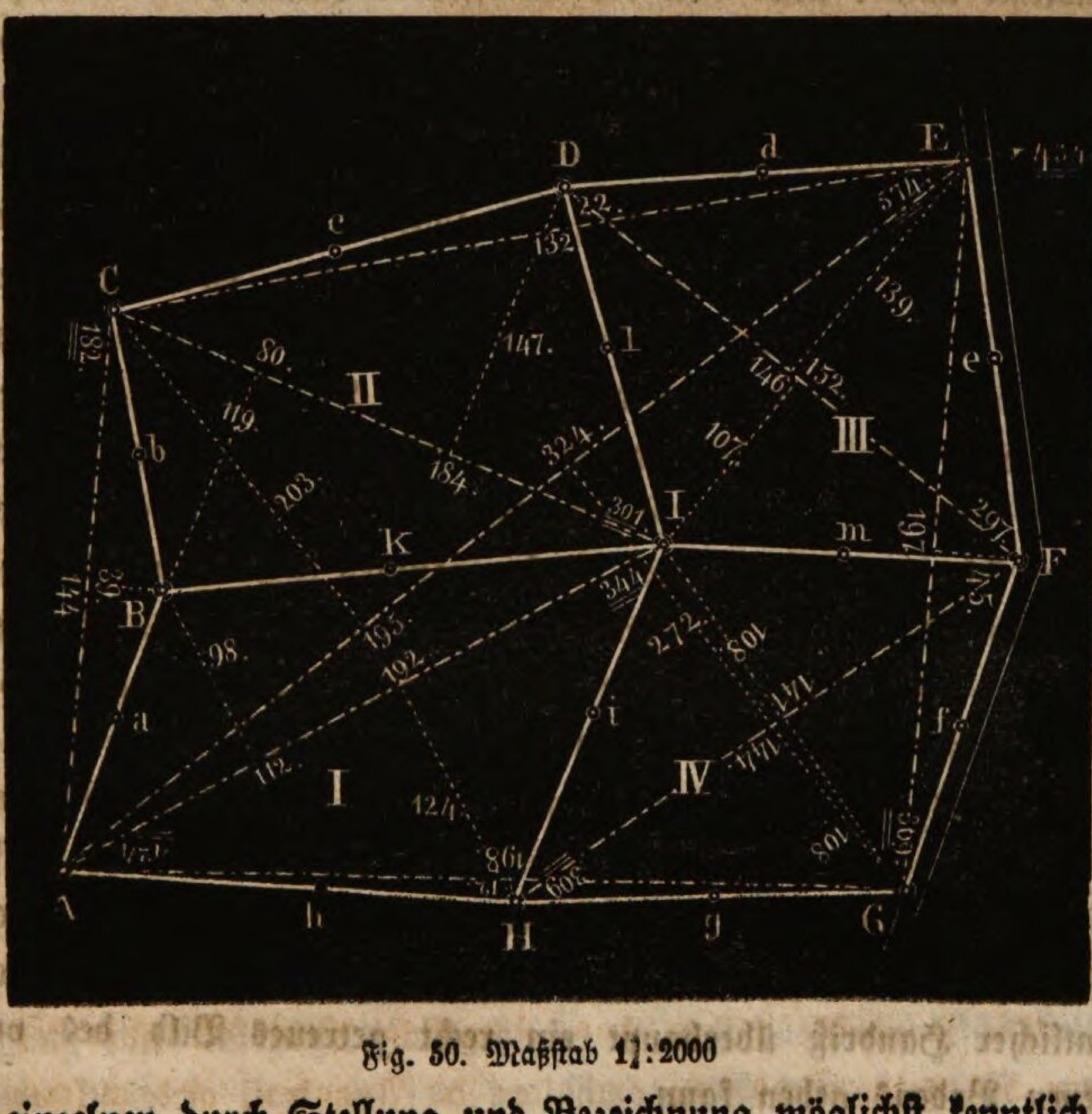


Fig. 50. Maßstab 1:2000

die einzelnen durch Stellung und Bezeichnung möglichst kenntlich zu machen suchen. *Ein Theil der Zahlen*, die in einem Handrisse vorkommen, *dient zur Bezeichnung der Abtheilungen der Standlinie*; sie geben die Länge derselben jeweilen vom Anfangspunkte an bis zu den Fußpunkten der Senkrechten. Diese Zahlen, Abscissen oder Abschnitte genannt, werden immer

in die Nähe des zugehörigen Fußpunktes geschrieben, und zwar **unter** der Standlinie, wenn das zugehörige Perpendikel nach oben geht, **ob** der Standlinie, wenn das Gegentheil stattfindet. Folgen die Perpendikel nahe auf einander, so daß die Abschnittszahlen nicht gut Raum finden, so schreibt man sie senkrecht zur Grundlinie, statt in Richtung derselben. **Ein zweiter Theil der Zahlen benennt die Länge der Senkrechten oder Perpendikel.** Diese Zahlen werden nun jeweilen nahe an die zugehörige Linie und stets auf der nämlichen Seite derselben geschrieben, so etwa bei Perpendikeln ob der Standlinie immer rechts, bei solchen unter der Standlinie immer links von der betreffenden Linie. **Eine dritte,** minder zahlreiche **Gruppe von Zahlen bezeichnet die Länge von Linien, von ihrem Anfangspunkte bis zum Durchschnitt mit andern Linien gemessen.** Man schreibt diese Zahlen in Richtung der zugehörigen Linie und unterstreicht sie mit **einem** Striche. **Eine vierte Gruppe von Zahlen endlich,** die ebenfalls nicht sehr zahlreich vorkommt, **dient zur Bezeichnung der ganzen Länge der Linien.** Diese macht man passend dadurch kenntlich, daß man sie mit zwei Strichen unterstreicht. Die Zahlen der dritten und vierten Gruppe beziehen sich demnach nur auf die sogenannten Grund- und Eintheilungslinien. Das eben Gesagte, so wie die ganze Art zu skizziren, wird durch eine nähere Betrachtung der beigelegten Skizze (Fig. 51) noch deutlicher werden.* In derselben sind die einzelnen Punkte in der Reihenfolge, in welcher sie vorkommen, mit Buchstaben und in alphabetischer Ordnung bezeichnet. Diese Skizze wird dem Leser auch den zweckmäßigen Verlauf der Arbeit nochmals vorführen. Diesem Muster wird der Leser auch entnehmen können, daß ein ordentlicher Handriß überhaupt ein recht getreues Bild des vermessenen Bodens geben kann.

* Außerdem empfehlen wir dem Anfänger recht sehr, die hier gegebenen Handrisse in einem größern Maßstabe, etwa 1 : 1000 oder 1 : 500 nachzuzeichnen; unsere Beispiele sind durchgehends im Maßstabe 1 : 2000 skizzirt. Man vergleiche auch diese Handrisse mit den später folgenden Plänen derselben Grundstücke.

Handriß des Schweizer'schen Gutes.*

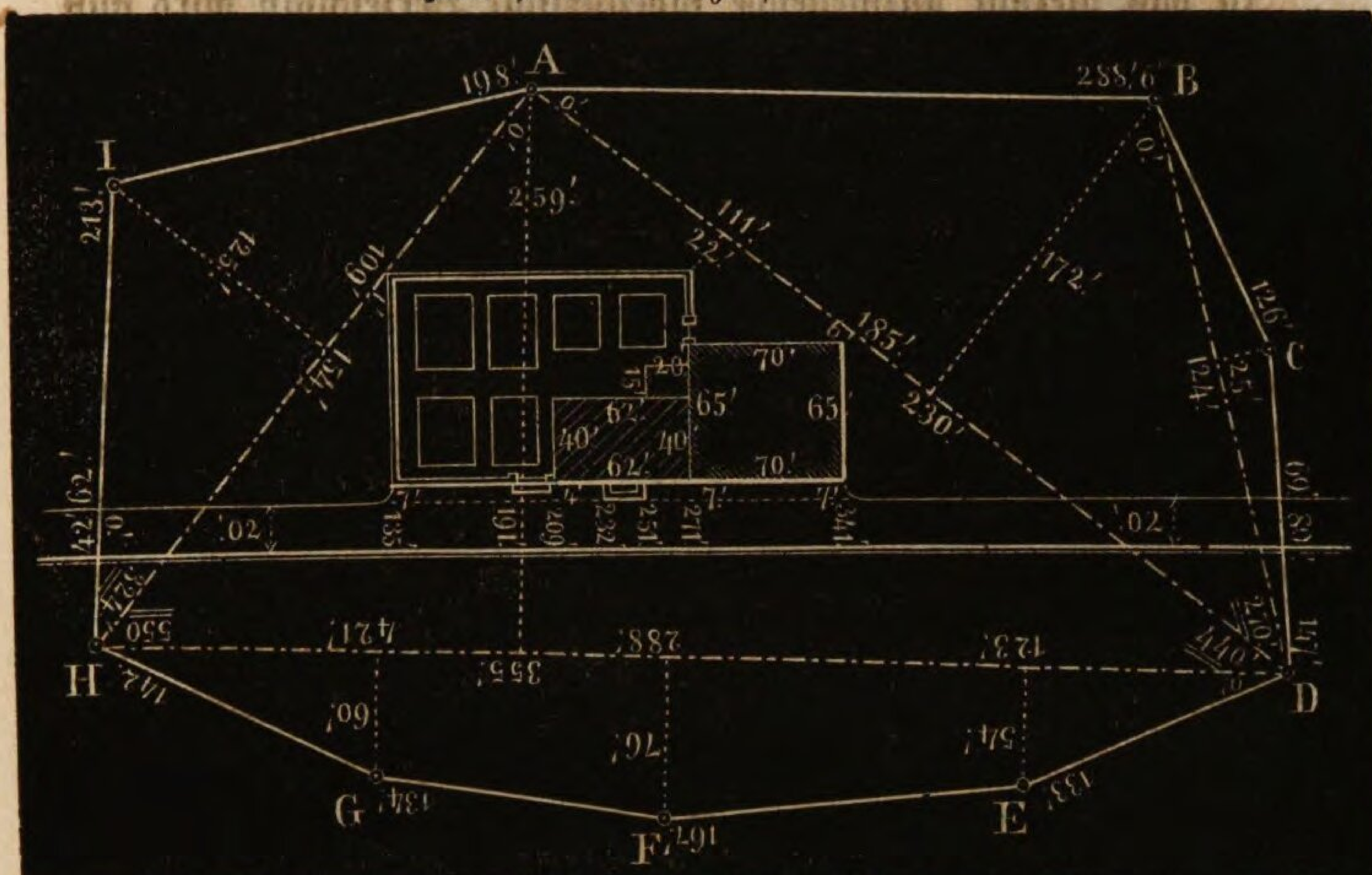


Fig. 51. Maßstab 1 : 200.

Wie im Anfange dieses Abschnittes angedeutet wurde, kommen Fälle vor, in denen der Feldmesser keinen förmlichen Handriß anfertigen kann, sondern sich mit dem Aufschreiben der Maßzahlen der Linien begnügen muß. Bei Waldvermessungen auf sehr schroffen Abhängen z. B. kann dieser Fall eintreten, wie namentlich auch dann, wenn der Feldmesser eine Messung ausführen soll, ohne seinen Feldmesserapparat vollständig bei sich zu haben. In solchen Fällen kommt es dann besonders darauf an, die Zahlen so aufzuschreiben, daß man sie in ihrer Bedeutung jederzeit richtig erkennt. Eine, von freier Hand entworfene, wenn auch noch so kleine Skizze wird die Haupteintheilung des Grundstückes und die Bezeichnung der Eckpunkte mit Buchstaben enthalten. Diese setze der Feldmesser immer so, daß wenn er die Grenze der Figur in der Richtung der Bewegung eines Uhrzeigers umgeht — so daß das Grundstück stets zu seiner Rechten liegt — er der Reihe nach von A zu B, zu C, zu D u. s. w. gelangt. Die Beobachtung dieser Reihenfolge erleichtert die richtige Auffassung der Zahlen ganz bedeutend.

---

* Die zum Zweck der Verifikation gemessenen Linien und deren Maßzahlen wurden hier weggelassen, um die Zeichnung nicht zu überladen.

In das hierauf anzulegende tabellarische Verzeichniß wird nun vorzu 1) die Länge der Hauptlinien und 2) die Länge ihrer Abschnitte und der zugehörigen Senkrechten eingetragen. Dabei beobachte man die Vorschrift, die Benennung einer Linie AB nicht willkürlich bald als AB, bald als BA einzuschreiben. Wenn die Linie in der Richtung von A nach B gemessen wurde, so setze man AB = ... und nicht umgekehrt. Denn die Reihenfolge der Buchstaben muß dem Feldmesser sagen, wo der Null- oder Anfangspunkt der Linie sei und in welcher Richtung man sie gemessen hat, damit man wisse, von welchem Punkte aus allfällige Abschnitte der Linie aufzutragen und zu berechnen sind. Ferner werden die Maßzahl eines Abschnittes der Standlinien und die Maßzahl des Perpendikels im Endpunkte jenes Abschnittes immer neben einander geschrieben. Diejenigen Maßzahlen von Senkrechten zu einer Standlinie, welche auf der einen Seite der Standlinie liegen, werden zudem mit einem gewissen Zeichen versehen, alle Senkrechten auf der andern Seite mit einem andern Zeichen. Um keine Unordnung und keine Mißverständnisse eintreten zu lassen, muß man dabei ein konsequentes Verfahren einhalten. Wir empfehlen das folgende. Der Feldmesser denkt sich die Standlinie immer so vor sich, daß er von ihrem Anfangs- nach ihrem Endpunkte sieht oder daß er sie in der Richtung durchläuft, in welcher sie gemessen wird; dann bezeichnet er die linksliegenden Senkrechten mit + oder mit *l*, die rechtsliegenden mit — oder mit *r*. Hat der Feldmesser die oben von uns angegebene Verwendung der Buchstaben zur Bezeichnung befolgt, — es ist das die gleiche, die wir in den vorliegenden Zeichnungen immer anwendeten, — so wird er beim Umgehen der Figur in der Richtung, in welcher die Umfangslinien gemessen wurden, die Figur stets zu seiner Rechten haben. In diesem Falle ist die Anwendung von + und — Zeichen zur Andeutung von Senkrechten links und rechts von der Standlinie auch noch aus dem Grunde gerechtfertigt, weil mitunter die Senkrechten links zu Flächenstücken gehören, die der Figur zuzurechnen sind; die Senkrechten rechts aber gehören oft Stücken an, die abzuzählen sind, um den richtigen Inhalt der Fläche des Grundstückes zu erhalten. (Siehe Fig. 50.)

Zur bessern Erläuterung des Gesagten stellen wir in tabellarischer Form die Maßzahlen der Handrisse Fig. 26 und 25 dar, und zwar für beide Arten der Eintheilung des dort angenommenen Grundstückes — Eintheilung durch die Standlinie in Trapeze und vermittelst Diagonalen in Dreiecke. Die Vergleichung dieser Tabellen mit jenen Handrissen wird allenfalls nothwendigen weitern Aufschluß gewähren. Bei Anwendung einer Standlinie und Eintheilung in Trapeze erhält man folgendes Schema:

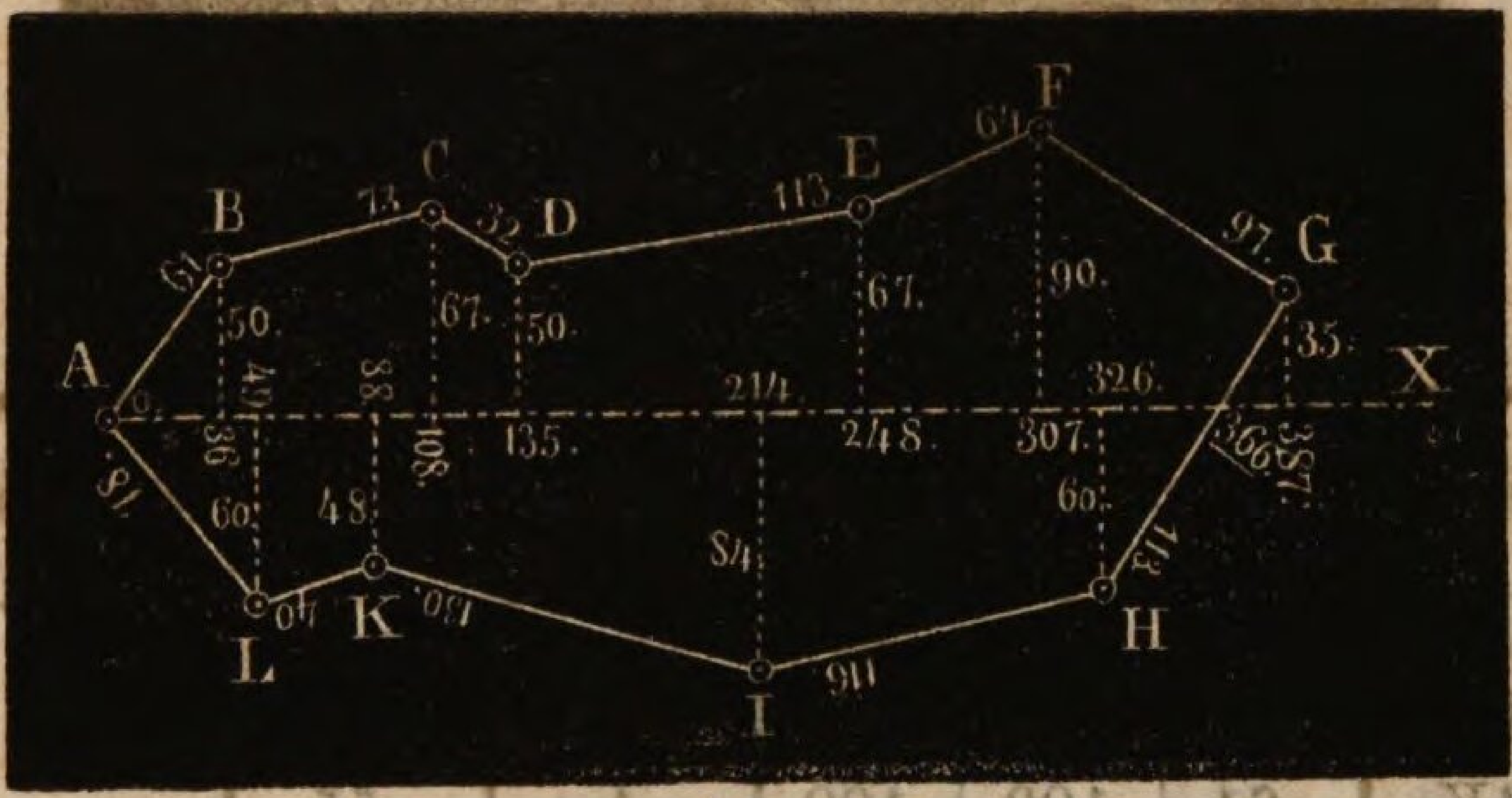


Fig. 52.

Maßzahlen der Wiese des Jakob Senti in Birnhof.

Eckpunkte.	Abschnitte der Standlinie.	Perpendikel links (+)	Perpendikel rechts (—)	Name der Seiten.	Länge der Seiten.	Bemerkungen.
	Fuß.	Fuß.	Fuß.		Fuß.	
A	0	0	—	AB	61	Die von A ausgehende Standlinie schneidet die Seite GH in S bei 366′.
B	36	50	—	BC	73	
C	108	67	—	CD	32	
D	135	50	—	DE	113	
E	248	67	—	EF	64	
F	307	90	—	FG	97	
G	387	35	—	GH	113	
S	366	0	—	—	—	
H	326	—	60	HI	116	
I	214	—	84	IK	130	
K	88	—	48	KL	40	
L	49	—	60	LA	78	

Wird die Eintheilung in Dreiecke vorgenommen, so erhält man das Schema:

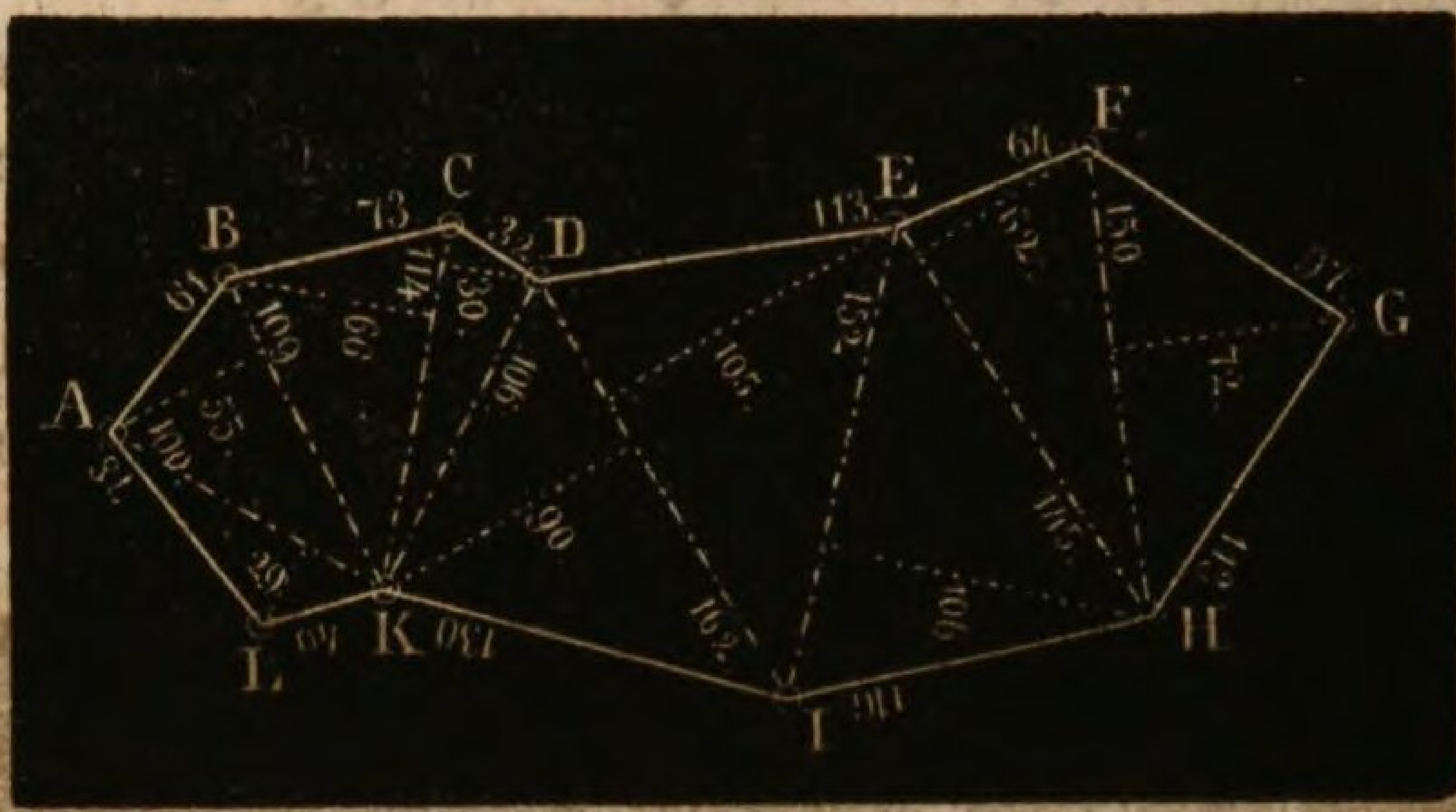


Fig. 53.

Maßzahlen der Wiese des Jakob Senti in Birnhof.

Dreiecke.	Länge der Seiten.			Spitze.	Höhe.	Bemerkungen.
	Fuß.	Fuß.	Fuß		Fuß.	
AKL	100	40	78	L	29	
ABK	61	109	100	A	55	
BCK	73	114	109	B	66	
CDK	32	106	114	D	30	
DIK	162	130	106	K	90	
DEI	113	152	162	E	105	
EHI	145	116	152	H	106	
EFH	64	150	145	F	62	
FGH	97	113	150	G	72	

Hier angelangt, bringen wir nochmals die einzelnen Theile der Vermessungsarbeit in Ueberſicht, so weit diese auf freiem Felde ausgeführt wird.

1. Der Feldmesser nimmt das Grundstück in Augenschein, untersucht seine Grenzen und steckt sie aus.

2. Er theilt das Grundstück für die Vermessung ein und steckt die Vermessungs- oder Standlinien ab.

3. Er beginnt die Vermessung und Verfertigung des Handrisses mit dem Messen der Standlinien (Vermessungslinien oder Eintheilungslinien).

4. Dann setzt er die Arbeit mit dem Ausmessen der Abschnitte der Standlinien und der Perpendikel und mit dem Verzeichnen dieser Linien fort.

5. Die Ausmessung der Umfangslinien macht den Schluß.

Wie hieraus ersichtlich ist und auch schon früher gesagt wurde, sind nicht nur einzelne Linien doppelt zu messen, sondern werden auch mehr Linien gemessen, als zur Zeichnung und Berechnung unumgänglich nothwendig sind. Die dazu erforderliche Mühe übernimmt der gewissenhafte Feldmesser gerne, damit er seine Arbeit vor Fehlern sichern könne.

e. Die Flächenberechnung.

Indem wir zu einigen Angaben über die Berechnung der Flächen der vermessenen Grundstücke übergehen, setzen wir beim Leser, so weit sie hier in Bettacht kommen, die planimetrischen Sätze als bekannt voraus, nach welchen der Inhalt eines Dreiecks, eines Trapezes ꝛc. aus gegebenen Stücken ermittelt werden kann.* Nur das bei der Berechnung einzuschlagende Verfahren sei hier Gegenstand einiger Bemerkungen.

Ordnung und deutliche, übersichtliche Darstellung muß auch in dieser Beziehung, wie sonst wo bei Feldmesserarbeiten, in erster Linie empfohlen werden. Es kann deßhalb nicht gebilligt werden, daß der Feldmesser etwa auf einer Schiefertafel oder gar auf einem Fetzen Papier die Flächenberechnung ausführe und die einzelnen Theile der Ausführung vorzu vernichte, auf gut Glück, ob er am Ende das Resultat vollständig und richtig habe oder nicht; sondern die Rechnung muß auf einem dazu besonders eingerichteten Blatte Papier in der Weise dargestellt und ausgeführt werden, daß schließlich alle Partialberechnungen im Ansatze, in der Ausführung und in ihren

---

* Es handelt sich hier übrigens um die beiden Sätze: 1) Der Flächeninhalt eines Dreiecks ist gleich dem halben Produkt aus den Maßzahlen seiner Grundlinie und seiner Höhe, und 2) der Flächeninhalt eines Trapezes ist gleich dem Produkte aus der halben Summe der Maßzahlen seiner parallelen Seiten in die Maßzahl des kürzesten Abstandes derselben.

Resultaten übersichtlich vorliegen, und daß aus dem Ganzen leicht ersehen werden kann, wie das Gesammtresultat aus den einzelnen Theilen hervorgegangen ist. Der Anfänger meine ja nicht, daß die Erfüllung dieser Forderungen besonders zeitraubend und mühsam sei. Gerade das Gegentheil findet statt. Wenn man von Anfang an die rechte Anordnung der Arbeit wählt, rechnet man nicht bloß sicherer, sondern auch rascher.

Die Fläche eines größeren und regelmäßigen Grundstückes besteht in der Regel aus einer Anzahl größerer Dreiecke und ferner aus einer Reihe von Trapezen längs der Vermessungs- oder Standlinien; zum Zweck der Berechnung ist es gut, bei größerer Zahl sogar nothwendig, diese einzelnen Parzellen im Handriß in zweckmäßiger Reihenfolge zu numeriren. Um Verwechslungen dieser Ziffern mit andern (mit Maßzahlen) zu vermeiden, wird man sie mit Dinte einschreiben. (Rothe oder blaue Dinte wäre der schwarzen vorzuziehen.) Hierauf setzt man zuerst die Berechnung der größeren Flächenstücke — der Dreiecke — an und führt sie durch, und dann die der Trapeze, alles nach der Nummernfolge.

Man wählt sich zur Ausführung der Berechnung am besten linirtes Papier, wie man solches von jedem Buchbinder kaufen kann, und theilt dasselbe von oben nach unten in vier Rubriken ein: die erste enthält die Nummer und den Namen der Abtheilung, die zweite den Ansatz zur Berechnung, die dritte das Ergebniß der Rechnung und zwar in getrennten Abtheilungen für Stücke, die zur Parzelle gehören, und für solche, die abzuzählen sind, und die vierte Rubrik enthält die Berechnung (die eigentlichen Multiplikationen). So hat man dann die ganze Arbeit in ihren Theilen und Ergebnissen vor sich. Es versteht sich von selbst, daß diese Blätter mit den Berechnungen aufzubewahren sind, falls sie nicht mit den Handrissen, Plänen &c. dem Eigenthümer der Grundstücke zugestellt werden müssen.

Zu besserer Erläuterung des Gesagten wollen wir einige Beispiele vollständig durchführen. Wir benutzen dazu der Reihe nach die in den Handrissen Fig. 24a, 25, 26 und 50 skizzirten Grundstücke.

1. Beispiel.

Berechnung der Auwiese von J. M. Richter.

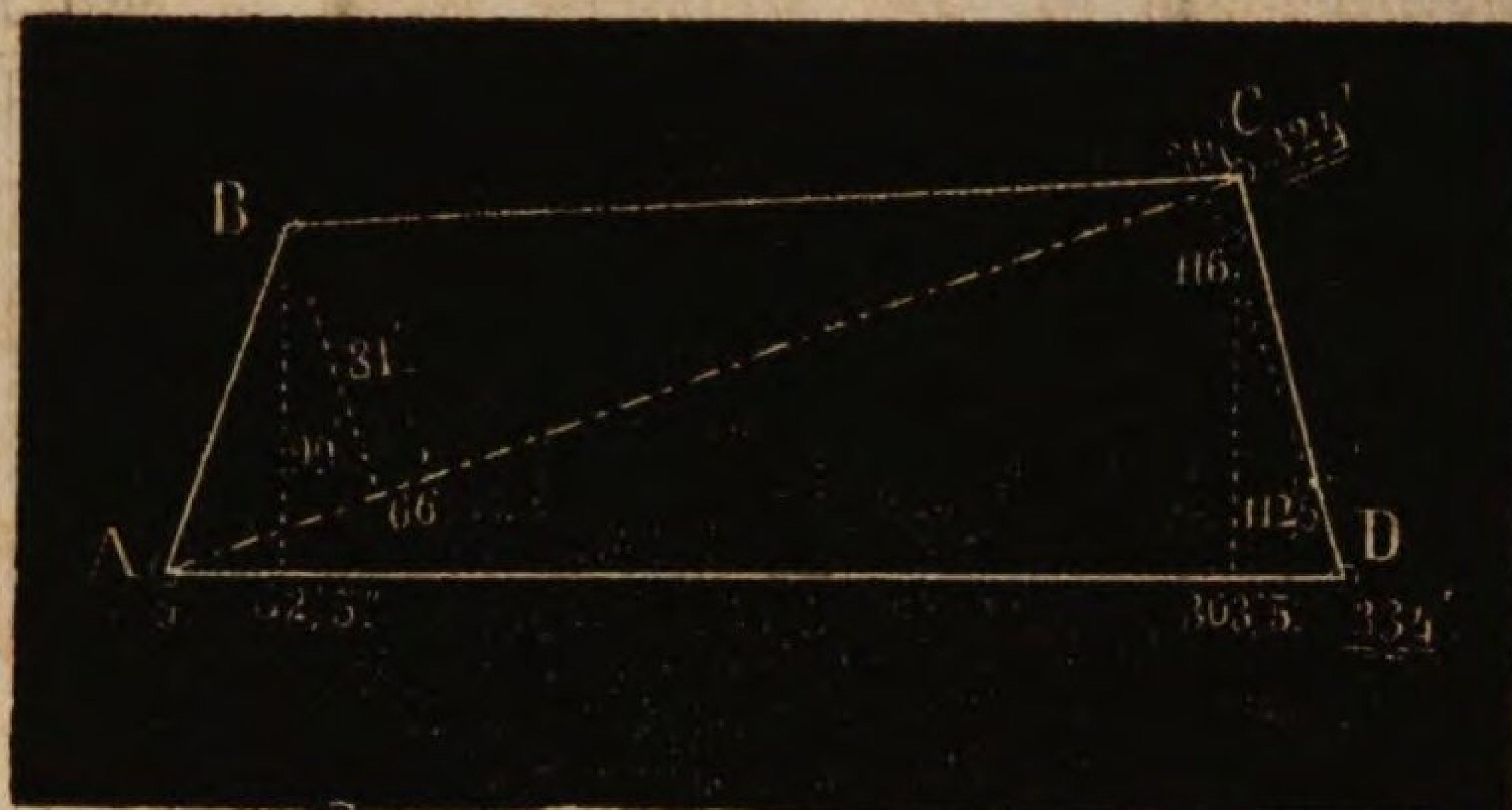


Fig. 54.

a) Berechnung aus den Dreiecken.

Abtheilung.	Ansatz.	Doppelter Inhalt in □'. +	−
1) △ ABC	324 × 81	26,244	
2) △ ACD	324 × 116	37,584	
	Summe:	63,828	
	Inhalt:	31,914	

Berechnung.*

1) 324 × 81
2592
26244

2) 324 × 116
324
1944
37584

---

* Diese Berechnung steht sonst rechts von der Rubrik „Doppelter Inhalt"; aus Mangel an Raum mußte sie hier und in den nachfolgenden Beispielen unten angefügt werden, was der geneigte Leser berücksichtigen möge. Wo keine andere Kontrole möglich ist, muß auch jede Multiplikation doppelt gerechnet werden; Anfänger sollten überhaupt alles doppelt ausrechnen, weil sonst sehr leicht Fehler mit unterlaufen.

b) Berechnung nach der Eintheilung in Trapeze.

Abtheilung.	Ansatz.*	Doppelter Inhalt in □'. +	−
1) AB (32,5)	(32,5 — 0) (0 + 99) = 32,5 × 99	3,217.5	
2) (32,5) BC (303,5)	(303,5 — 32,5) (99 + 112,5) = 271 × 211,5	57,316.5	
3) (303,5) CD	(334 — 303,5) (112,5 + 0) = 30,5 × 112,5	3,431.2	
	Summe:	63,965	
	Inhalt:	31,982	

Berechnung.

1) 32,5 × 99	2) 271 × 211,5	3) 30,5 × 112,5
2925	14805	305
2925	4230	610
3217.5	57316.5	1525
		3431.25

Anmerkungen: 1) Nach der ersten Berechnung ist der Inhalt fraglicher Wiese gleich 31,914 □', nach der zweiten Berechnung aber gleich 31,982 □'. Nimmt man an, das richtige Resultat sei der mittlere Werth dieser beiden Ergebnisse, ½ (31,914 + 31,982) □' = 31,948 □', so beträgt die Unsicherheit desselben 34 □' oder nahezu 0,1 % der ganzen Fläche. Solch' ein Fehler oder solch' eine Unsicherheit in dem Ergebniß einer Flächenberechnung erreicht die in den gesetzlichen Bestimmungen (wo solche existiren) festgesetzte Fehlergrenze von 0,3 % noch nicht, und es kann in einem solchen Falle der Feldmesser seine Arbeit als richtig ansehen.

2) Bei so einfachen Figuren, wie die vorliegende, läßt sich die Berechnung des Flächeninhalts einfacher und leichter durchführen als nach dem dargelegten Schema. Wir haben aber schon hier die allgemeine Darstellung in Anwendung bringen wollen, damit sie dem Anfänger geläufig werde. Wer das Verfahren einmal verstanden hat, wird dann in jedem speziellen Falle leicht von selbst die Vereinfachungen treffen, die angemessen sind.

3) Bei der Berechnung der Dreiecke und der Trapeze haben wir immer die doppelten Produkte angesetzt und zuerst den doppelten Inhalt der

---

* Ein rechtwinkliges Dreieck kann als ein Trapez angesehen werden, dessen eine parallele Seite zu Null geworden ist; diese Anschauung liegt unserm Ansatze zu Grunde.

ganzen Fläche ermittelt, weil dieses Verfahren einfacher, also auch sicherer ist, als wenn man die Division durch zwei von Produkt zu Produkt vornimmt.

2. Beispiel.

Berechnung der Wiese des Jakob Senti in Birnhof.

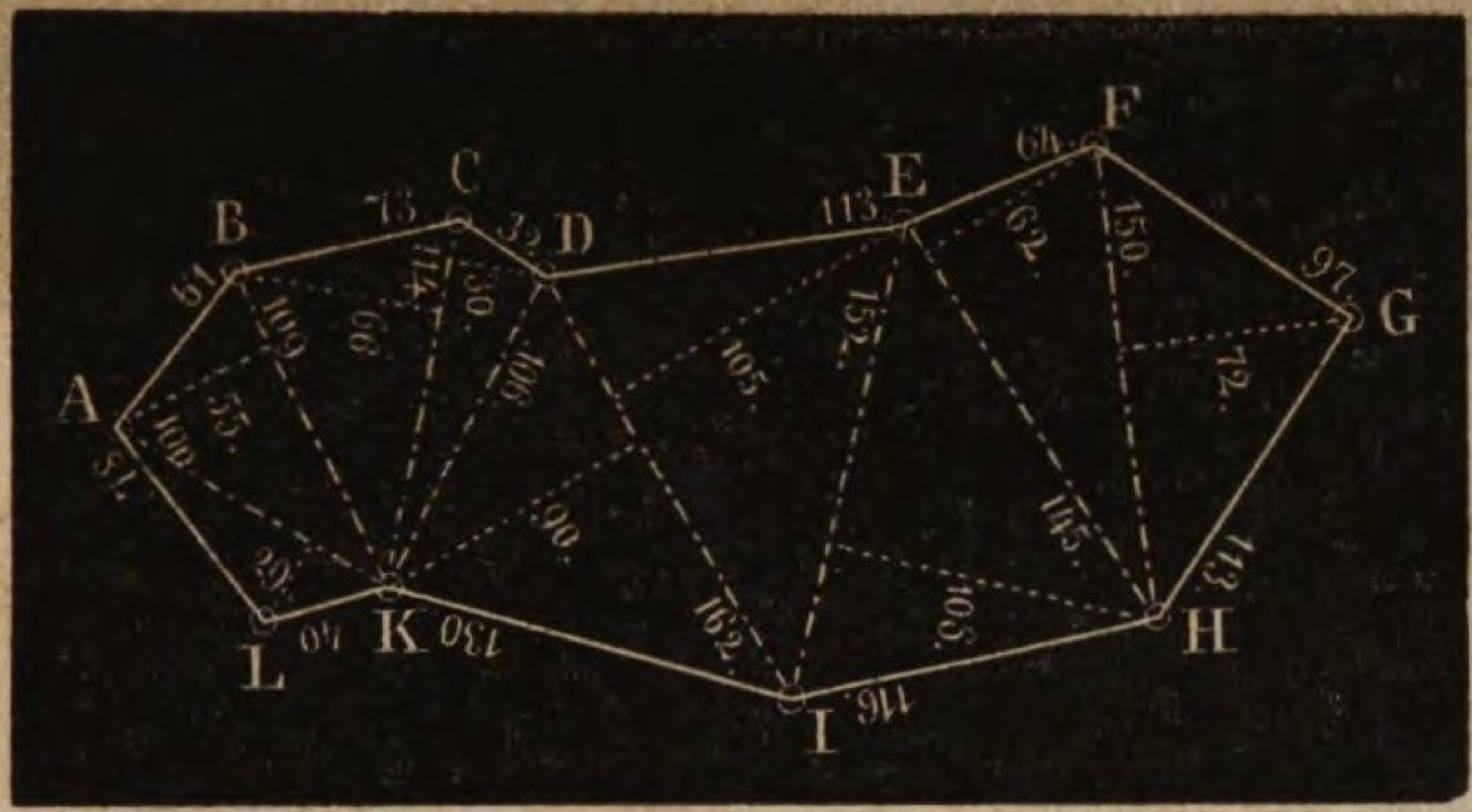


Fig. 55.

a) Berechnung aus den Dreiecken.

Abtheilung.	Ansatz.	Doppelter Inhalt in □′. +	−
1) ALK	100 × 29	2,900	
2) AKB	109 × 55	5,995	
3) KBC	66 × 114	7,524	
4) KCD	114 × 30	3,420	
5) DKI	162 × 90	14,580	
6) DEI	162 × 105	17,010	
7) EIH	152 × 106	16,112	
8) EFH	145 × 62	8,990	
9) FGH	150 × 72	10,800	
	Summe:	87,331′	
	Inhalt:	43,665′	

Berechnung.

2) 109 × 55
545
545
5,995

3) 66 × 114
684
684
7,524

3) 162 × 105
810
1620
17,010

7) 152 × 106
912
1520
16,112

8) 145 × 62
290
870
8,990

9) 150 × 72
3600
72
10,800

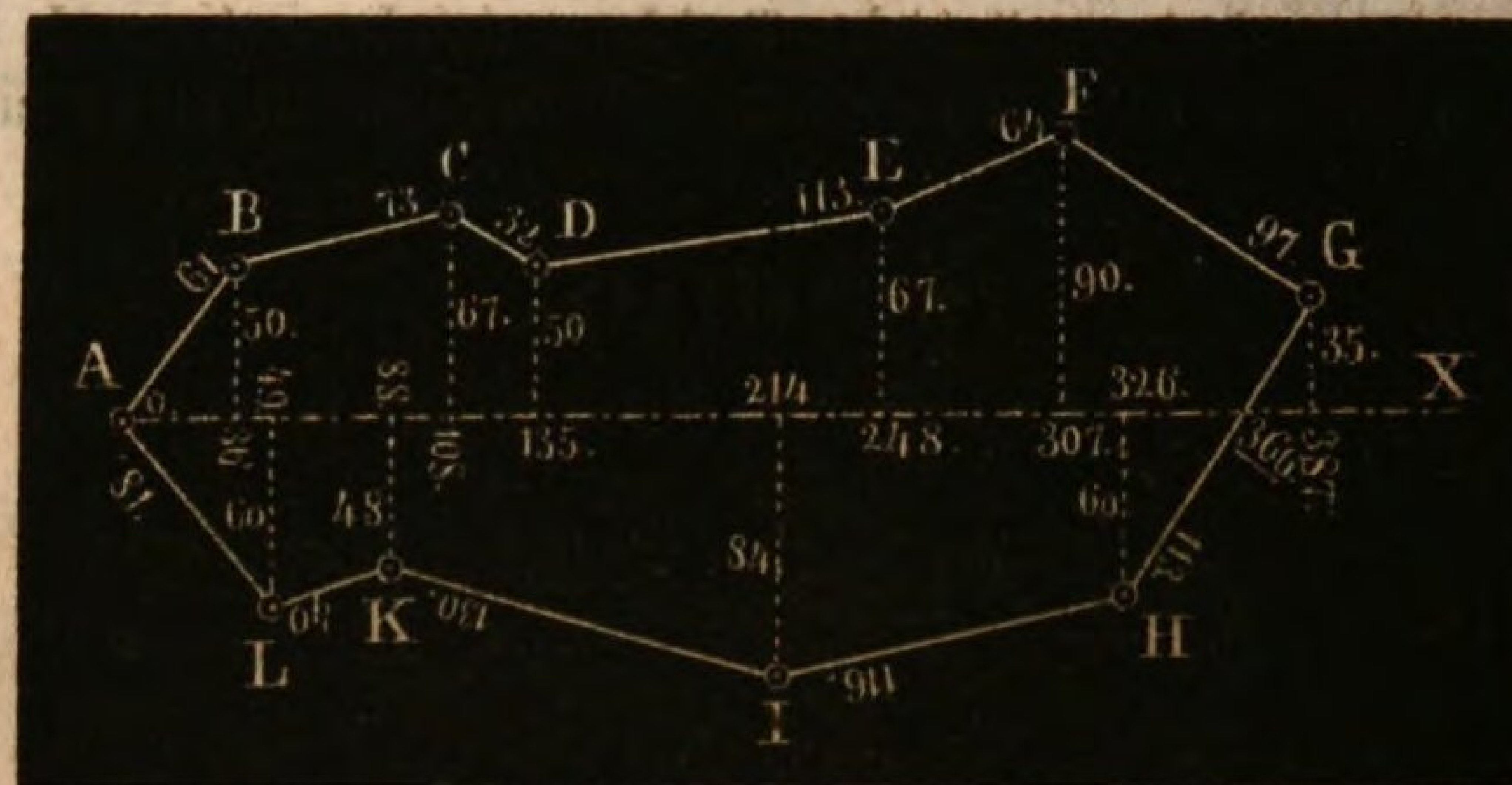


Fig. 56.

b) Berechnung aus den Trapezen.

Nro.	Ansatz.	Doppelter Inhalt in □′. +	−
1.	(36 — 0) (0 + 50) = 36 × 50	1,800	
2.	(108 — 36) (50 + 67) = 72 × 117	8,424	
3.	(135 — 108) (67 + 50) = 27 × 117	3,159	
4.	(248 — 135) (50 + 67) = 113 × 117	13,221	
5.	(307 — 248) (67 + 90) = 59 × 157	9,263	
6.	(387 — 307) (90 + 35) = 80 × 125	10,000	
7.	(366 — 387) (35 + 0) = — 21 × 35		735
8.	(326 — 366) (0 — 60) = 40 × 60	2,400	
9.	(214 — 326) (— 60 — 84) = 112 × 144	16,128	
10.	(88 — 214) (— 84 — 48) = 126 × 132	16,632	
11.	(49 — 88) (— 48 — 60) = 39 × 108	4,212	
12.	(0 — 49) (— 60 — 0) = 49 × 60	2,940	
	Summe:	88,179	735
		— 735	
	Doppelter Inhalt:	87,444	
	Inhalt:	43,722	

Berechnung.

2) 72 × 117
234
819
8,424

3) 27 × 117
819
234
3,159

4) 113 × 117
113
791
13,221

5) 59 × 157
1413
785
9,263

9) 112 × 144
144
288
16,128

10) 126 × 132
264
792
16,632

11) 39 × 108
312
4,212

Arithmetisches Mittel aus den beiden Ergebnissen = ½ (43,655 + 43,722) □′ = 43,693 □′. Unsicherheit 28 □′ oder 0,06 %.

3. Beispiel.

Berechnung des Flächeninhalts der Rüti-Wiesen', Gemeinde Au.

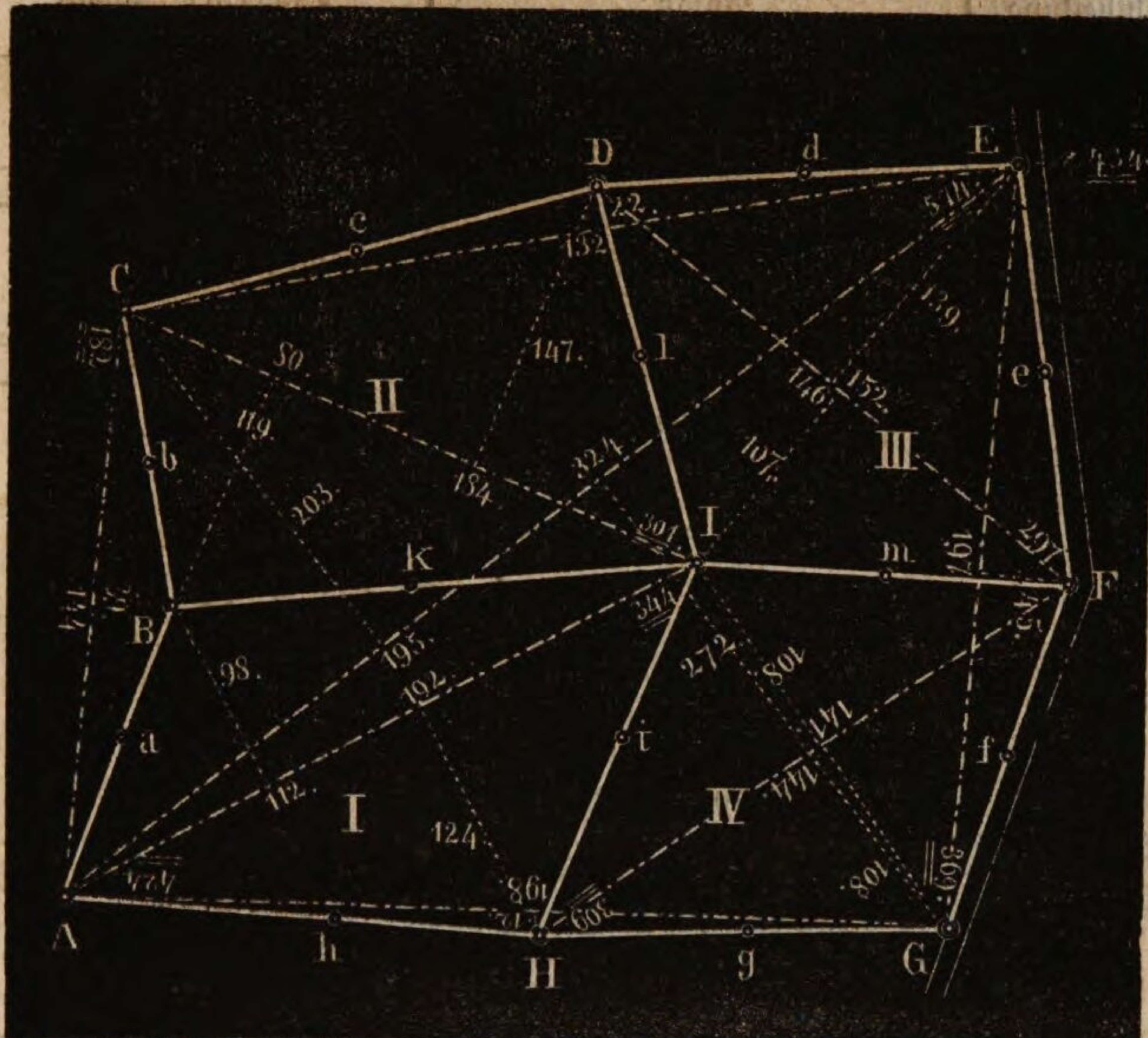


Fig. 57.

a) Berechnung der einzelnen Wiesen.

Nr.	Ansatz.	Inhalt: doppelt:	Inhalt: einfach:
I.	344 (98 + 124) = 344 × 222	76,368 □'	38,184 □'
II.	301 (119 + 147) = 301 × 266	80,066 „	40,033 „
III.	297 (107 + 139) = 297 × 246	73,062 „	36,531 „
IV.	309 (108 + 108) = 309 × 216	66,744 „	33,372 „
	Summe:	296,240 □'	148,120 □'

Berechnung.

1) 344 × 222
688
688
688
2 : 76,368 = 38,184

2) 301 × 266
7980
2 : 80,066 = 40,033

3) 297 × 246
1782
1188
594
2 : 73,062 = 36,531

4) 309 × 216
1944
6480
2 : 66,744 = 33,372

b) Berechnung des ganzen Komplexes.

Abtheilung.	Ansatz.	Doppelter Inhalt. +	Doppelter Inhalt. −
1) ACEG	574 (203 + 272) = 574 × 475	272,650 □'	
2) ABC	— 182 × 39		7,098 □'
3) CDE	434 × 22	9,548 „	
4) EFG	369 × 45	16,605 „	
5) GHA	424 × 12	5,088 „	
	Summe:	303,891 □'	— 7,098 □'
	doppelter Inhalt des ganzen Komplexes:	296,793 „	
	einfacher Inhalt:	148,396 „	

Berechnung.

1) 574 × 475
1900
3325
2375
272,650

2) 182 × 39
1638
546
7,098

3) 434 × 22
868
868
9,548

4) 369 × 45
1845
1476
16,605

Aus der Summirung der einzelnen Parzellen hatte sich für das Ganze 148,120 □' ergeben. Differenz der Angaben 276 □' oder 0,19 %.

Der Flächeninhalt eines Grundstückes wird schließlich nicht in □' (Quadratfuß) angegeben, weil man solchenfalls immer zu große Zahlen erhielte; sondern man pflegt überall die gefundene Anzahl von □' in höhere Einheiten zu reduziren. Diese höhern Einheiten sind aber in den verschiedenen Staaten und Ländern ungleich. Im Großherzogthum Baden und in der Schweiz benutzt man den Morgen oder die Juchart zu 40,000 □' und für Bruchtheile davon das Viertel (Vierling) zu 10,000 □' und die Ruthe zu 100 □'; in beiden Ländern mißt der Längenfuß 0,3 Meter. Auch Bayern hat die Juchart zu 40,000 □'; aber der bayerische Fuß ist kleiner (0,29 Meter). In Würtemberg reduzirt man die Flächenmaße nach Morgen zu 38,400 □' (1 Längenfuß = 0,286 Meter). In Preußen kennt man hierfür den Morgen zu 25,920 □' (1 Längenfuß = 0,313 Meter). In Oesterreich endlich rechnet man nach Joch zu 57,600 □' (1 Längenfuß = 0,316 Meter).

Man vergleiche hierüber die Hülfstafel zur Reduktion der verschiedenen Längen- und Flächenmaße am Schlusse dieser Schrift.

f. Die Anfertigung des Planes. (Graphische Darstellung der vermessenen Grundstücke.)

In vielen Fällen ist die Ermittelung des Flächeninhaltes eines Grundstückes nicht der einzige, mitunter nicht einmal der Hauptzweck der Vermessung; sondern der Eigenthümer wünscht ein geometrisch-ähnliches, anschauliches Bild seines Grundstückes zu erhalten, sei es um neue Eintheilungen darauf vorzunehmen, sei es um Meliorationen (Verbesserungen) anzubringen u. dgl. Solch' ein anschauliches, geometrisch-ähnliches Bild eines Grundstückes heißt nun der Plan oder Riß desselben. Von der Anfertigung eines solchen soll nun hier die Rede sein. Wir werden uns jedoch auf einige allgemeine Bemerkungen beschränken müssen, da die eigentlichen technischen Fertigkeiten im Planzeichnen nicht wohl Gegenstand der Besprechung an diesem Orte sein können, und da ohnehin diese Fertigkeiten aus Büchern kaum erlernt werden können.

In der einfachsten Form besteht der Plan eines Grundstückes einzig aus dem in verjüngtem Maßstabe gezeichneten Grundriß seiner Grenzen mit Angabe der Marken (siehe Fig. 58). Mit Benutzung des Zirkels, eines genau getheilten verjüngten Maßstabes, eines genauen rechten Winkels und Lineals (diese am besten von Eisen für genannten Zweck) trägt der Geometer aus dem Handrisse auf Zeichnungspapier, das je nach Umständen aufzuspannen oder bloß zu heften ist, die einzelnen Linien nach dem angenommenen Maßstabe auf. Die Wahl des Maßstabes hängt meistens von den besondern Zwecken ab, für welche der Plan angefertigt wird. Beim Auftragen der Linien befolgt man im Ganzen dieselbe Ordnung und Reihenfolge, wie bei dem Zeichnen des Handrisses. Zuerst werden die Stand- oder Eintheilungslinien gezeichnet und dann die zugehörigen Senkrechten an den entsprechenden Stellen derselben. Daß man jederzeit im Abgreifen der Längen vom Maßstab und im Auftragen derselben die größtmögliche Genauigkeit und Sorgfalt beobachten muß, ist nun im Hinblick auf die an andern Stellen über sorgfältiges, genaues Arbeiten gemachten Bemerkungen ausdrücklich zu sagen kaum mehr nöthig. Die ganze Zeichnung wird vorerst möglichst fein und scharf

Plan der Rütiwiesen, Gemeinde Au.

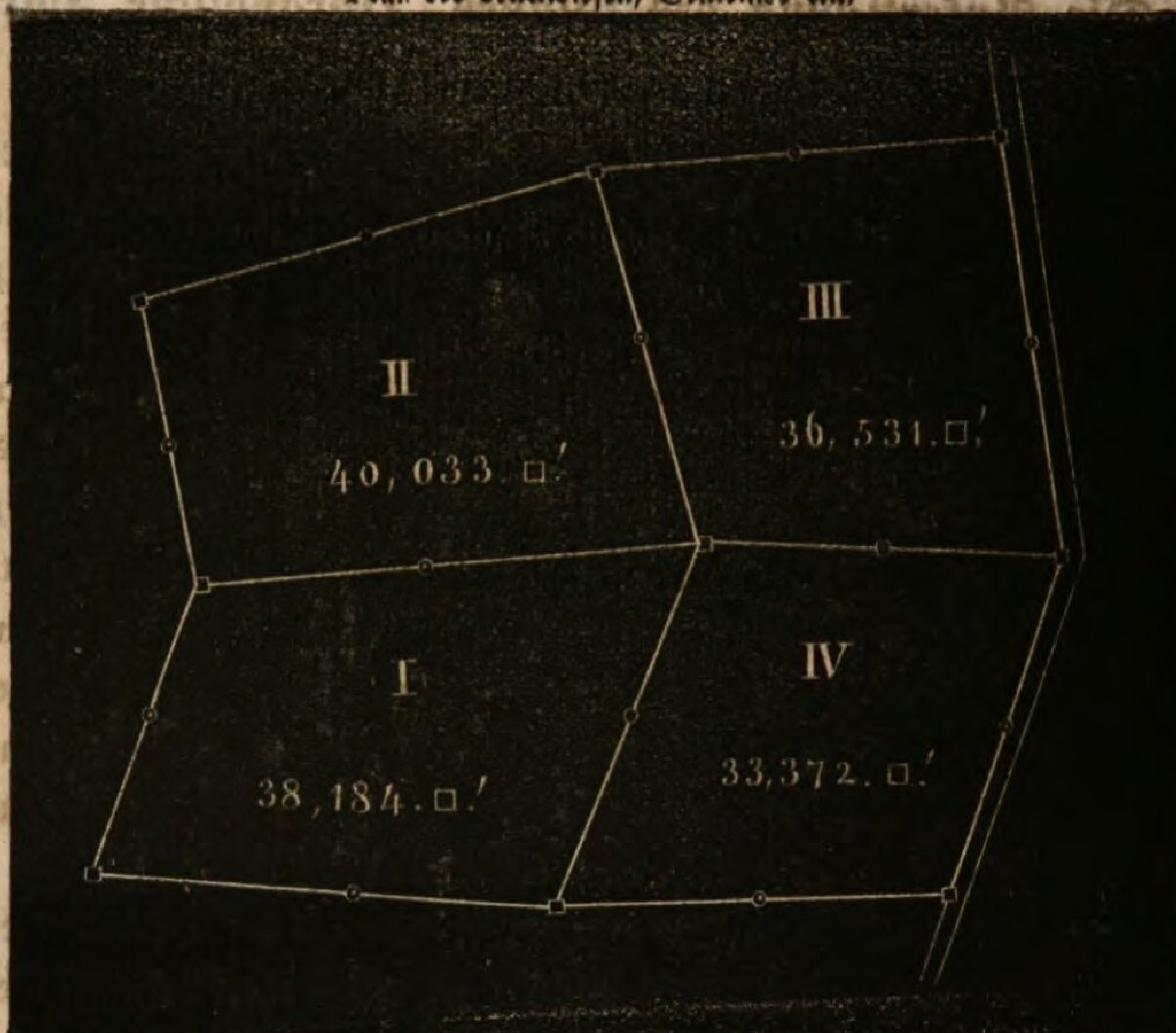


Fig. 58. Maßab 1 : 2000.

mit Bleistift (Faberstifte, mittelhart) ausgeführt; dann werden die Grenzlinien und andere Bezeichnungen, die stehen bleiben sollen, mit Tusche ausgezogen, und nach dem Trocknen die Bleistiftlinien (Konstruktionslinien) mit weichem Gummi oder weicher Brodkrume entfernt. Bei letzterer Arbeit ist die Oberfläche des Papiers möglichst zu schonen. Sodann wird mit Tusche der Name des Grundstückes und seines Eigenthümers, so wie allenfalls der Flächeninhalt, die Bezeichnung der Anstößer rc. in geeigneter Schrift und an passender Stelle hinzugesetzt.

Schon etwas besser sieht ein Plan aus, wenn die einzelnen Grundstücke der Grenzlinie entlang mit farbigen Streifen angelegt werden, die den Kulturarten entsprechen; aber noch vollkommener und in der Darstellung schwieriger wird der Plan, wenn durch weitere Bezeichnung und durch entsprechendes Kolorit die Kulturart des betreffenden Bodens, seine Eintheilung, darin vorkommende Gebäulichkeiten, Straßen, Bäume rc. sichtbar gemacht werden (siehe

Plan des Schweizer'schen Gutes in Frohbain.

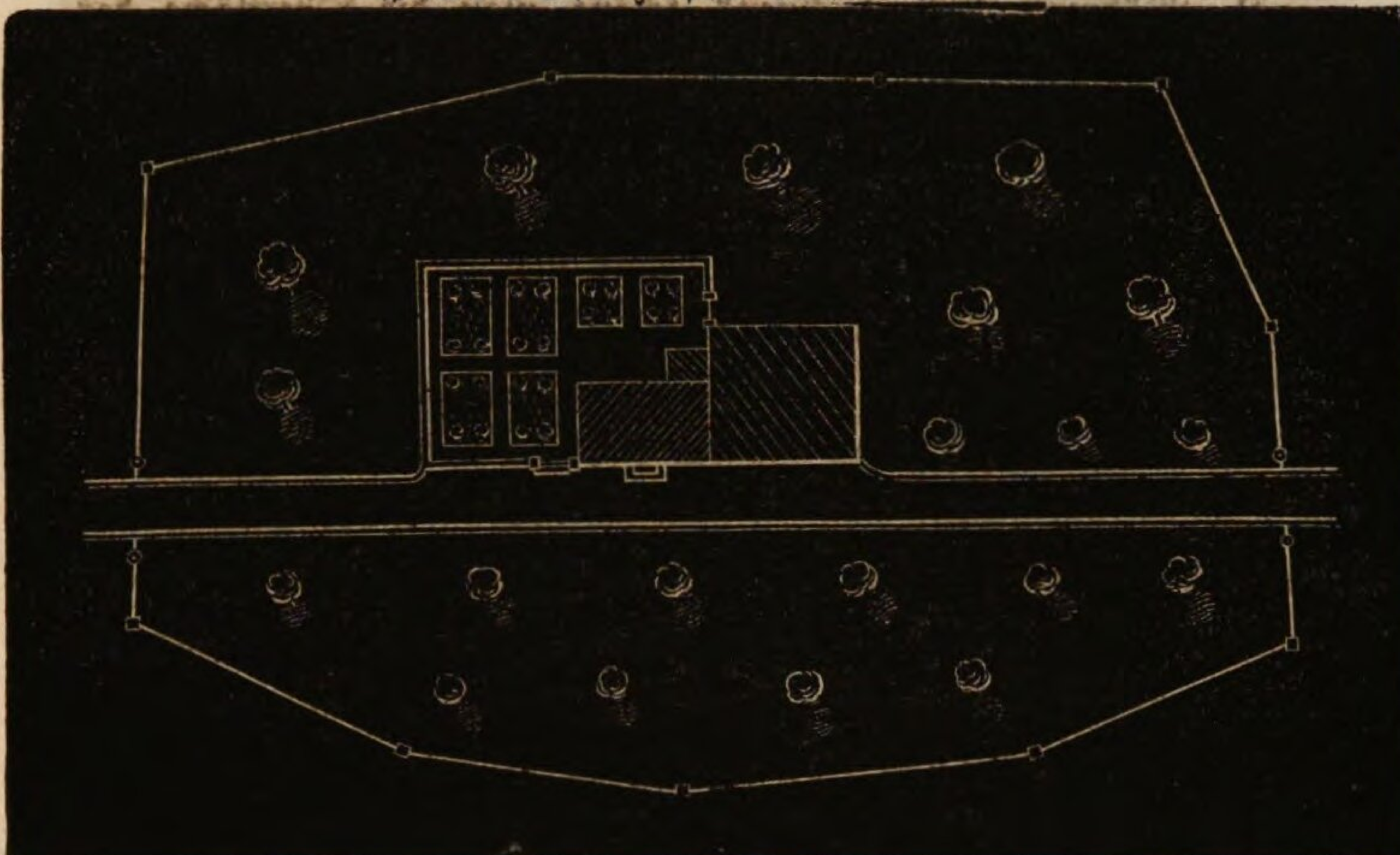


Fig. 59. Maßstab 1 : 2000.

Fig. 59). Für denjenigen, der die technischen Fertigkeiten des Zeichnens einigermaßen erworben hat, sind gute Muster die beste Anleitung zur Ausführung solcher Pläne. Als solche dürfen wir die vom Verfasser dieser Schrift seiner Zeit veröffentlichten „Vorlagen zum Planzeichnen, wie sie am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich gebraucht werden",* wohl empfehlen. Dieselben enthalten alle beim Planzeichnen vorkommenden Details und ein durchgeführtes Beispiel, und sind in drei verschiedenen Ausgaben erschienen: 1) schwarz gedruckt, zur Veranschaulichung eines in Federzeichnungsmanier ausgeführten Planes, 2) matt gedruckt, als Uebungsblätter zum Koloriren, und 3) vollständig kolorirt zur Veranschaulichung vollständig angelegter Pläne.

Von den besondern Vorschriften, die beim Planzeichnen zu beobachten sind, heben wir folgende namentlich hervor:

1. Man wähle gutes, gleichmäßig geleimtes Papier. Wird dasselbe vor dem Zeichnen auf Leinwand oder auf anderes Papier aufgezogen, desto dauerhafter wird es sein und desto weniger wird die Feuchtigkeit darauf Einfluß haben.

* Diese Vorlagen sind im Verlag von J. Huber in Frauenfeld erschienen und können durch jede Buchhandlung bezogen werden.

2. Während des Zeichnens schone man die Oberfläche des Papiers recht sehr. Mit „Radirgummi" darf man sie unter keinen Umständen bearbeiten.

3. Man wähle zum Ausziehen der Grenzen ꝛc. recht gute Tusche, die nicht fließt, wenn sie wieder benetzt wird, und ziehe die Tuschlinien nicht gar zu dunkel aus.

4. Man kaufe nicht eine beliebige Schachtel mit allerlei unnützen Farben, die erst nach langem Pröbeln und Mischen die richtige Komposition geben; sondern man verschaffe sich von einer soliden Handlung nur die für das Planzeichnen nöthigen Stücke (z. B. die Hornemann'schen Farben für Planzeichnen, die u. a. in der Kunsthandlung von H. Appenzeller in Zürich zu haben sind).

5. Die Farben sind sehr reinlich zu behandeln, und man löse davon jeweilen nur so viel auf, als nothwendig.

6. Um ein schönes, gleichmäßiges Kolorit zu erhalten, beginne man das Anlegen mit einem sehr schwachen Tone, der durch wiederholtes Anlegen auf die nöthige Stärke zu bringen ist.

7. Doppelpinsel, deren eine Seite für das Wasser, die andere für die Farben zu verwenden, sind den einfachen vorzuziehen.

Für Anfänger im Zeichnen, die sich selbst unterrichten wollen, glauben wir an dieser Stelle noch einige Winke über die Anfertigung des verjüngten Maßstabes hinzufügen zu sollen. Wir wählen dazu die Konstruktion des Maßstabes für Verjüngungen von 1 : 100, 1 : 1000, 1 : 10,000 ꝛc. Vorerst verschaffe man sich von gutem, ganz trockenem Holze ein Brettchen von ungefähr 6″ 5‴ bis 10″ 5‴ (20 bis 31 cm) Länge, 1″ (3 cm) Breite und 1‴ (3 mm) Dicke. Dasselbe wird, um das Ziehen zu verhindern, auf beiden Seiten mit möglichst gutem Zeichnungspapier sorgfältig überzogen (das Papier ist mit Buchbinderkleister oder sonst wie aufzukleben). Nachdem das Papier gehörig getrocknet, wird nun auf der einen Seite der Maßstab gezeichnet. Zu dem Zwecke zieht man zuerst in der Entfernung von cirka 1½ Linien vom Rande zwei feine Bleistiftlinien, welche auf der einen Seite etwa 2 Linien vom Rande durch einen genau senkrechten Querstrich (a b) verbunden worden. Hierauf wird bei Anfertigung eines Maßstabes für Zollmaß die Länge von 1 Zoll möglichst scharf auf jeder der beiden Linien von jenen Eckpunkten (a und b) aus so oft abgetragen, als Platz vorhanden ist; die so entstehenden Theilpunkte werden durch gerade Linien (c d, e f ...) verbunden. Nun handelt es sich noch darum, die zwei Querlinien (a b und m n) an den Enden und die Längen des letzten Zolles linker Hand (e m und f n) jede genau in 10 gleiche Theile zu theilen. Dies geschieht (wie Fig. 60 rechter Hand andeutet), indem man durch

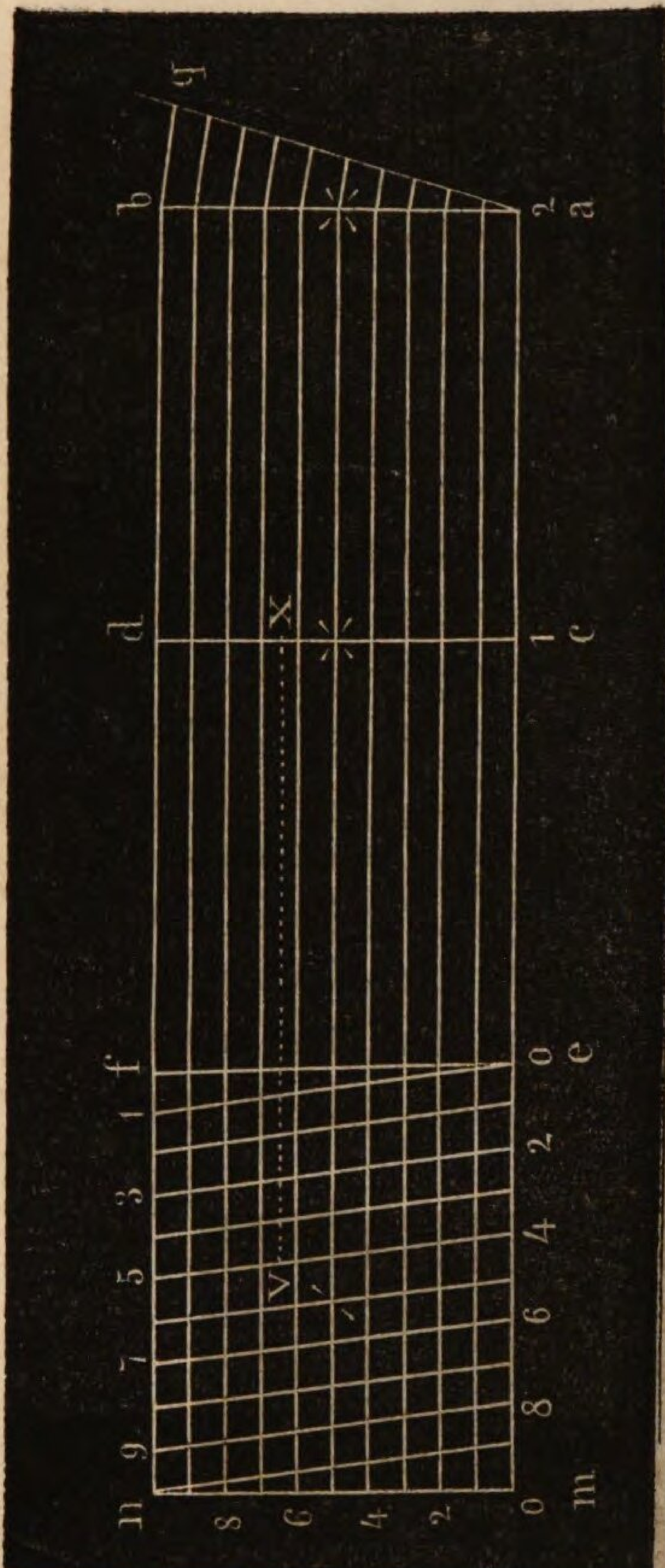


Fig. 60.

den einen Endpunkt der zu theilenden Linie (a b) (unter einem kleinen Winkel) eine Hülfslinie (a q) zieht und auf dieser von a aus 10 Theile von gleicher Größe abträgt, die — zum Zweck einer genauen Konstruktion — nicht allzu sehr verschieden sein sollten von den gesuchten Theilen (auf a b). Nachdem man den letzten Theilpunkt (q) mit dem Endpunkt (b) der zu theilenden Linie verbunden, zieht man durch jeden andern Theilpunkt Parallelen zu dieser Verbindungslinie. Diese Parallelen theilen dann die gegebene Linie in die vorgeschriebene Anzahl gleicher Theile.

Hat man nun so die vier oben bezeichneten Linien jede in 10 genau gleiche Theile getheilt, so verbindet man die erhaltenen Theilpunkte so, wie in nebenstehender Figur angedeutet, und giebt ihnen auch die beigefügte Bezifferung. (Dagegen bleiben die Buchstaben weg.) Für den Maßstab von beispielsweise 1 : 1000 bedeutet dann: 1 Zoll (a c) 100′, 1 Linie 10′ u. s. w. Soll man dann z. B. 146′ 5″ auf dem Maßstabe abgreifen, so findet man sie, indem man in der Mitte zwischen der 6. und 7. Parallelen die Länge x v in Zirkel nimmt; ähnlich in andern Fällen.

Bei wichtigeren Arbeiten wird der Maßstab in den Plan hineingezeichnet. — Zuverlässiger als die besten Papiermaßstäbe sind die messingenen.

g. Das Theilen und Verwandeln der gemessenen Grundstücke.

Das Zerstückeln von Grundstücken, die Sucht, bei Anlaß von Erbtheilungen jedem Kinde von jedem Grundstücke der Eltern aus Pietät (?) auch ein Stücklein zu geben, ist vom landwirthschaftlich-ökonomischen Standpunkte aus betrachtet ein so verwerfliches Wesen, daß wir am liebsten jedem angehenden Feldmesser die Anleitung

gäben: er solle so eine Grundstück-Zerstückelung gar nicht ausführen können — wenn damit geholfen wäre. In Anbetracht jedoch, daß der Feldmesser sich solchen Aufgaben immerhin wird unterziehen müssen, und mit Rücksicht darauf, daß in das Gebiet der nämlichen Aufgaben auch andere gehören, deren Bedeutung eine ganz andere ist, lassen wir die nöthigsten Winke über diese Arbeiten folgen. Wir werden, um das Ziel in Bälde erreichen zu können, drei hierher gehörige Aufgaben behandeln, zwei die von der Theilung der Flächen handeln, und eine die auf Ausgleichung der Grenzen Bezug hat.

1. Man soll von einem Grundstück auf einer vorgeschriebenen Seite ein Stück von vorgeschriebener Größe abschneiden.

Diese Aufgabe wird im Allgemeinen in der Weise gelöst, daß man von dem gegebenen Grundstück auf der vorgeschriebenen Seite desselben zuerst ein Stück abschneidet, von dem man annehmen darf, es habe ungefähr das vorgeschriebene Maß. Sodann wird dieses Stück genau gemessen und berechnet und eine allfällige Differenz mit Hinzunahme (oder Weglassung) eines Dreieckes ausgeglichen, dessen Grundlinie bekannt ist und dessen Höhe nunmehr genau berechnet und abgesteckt werden kann.

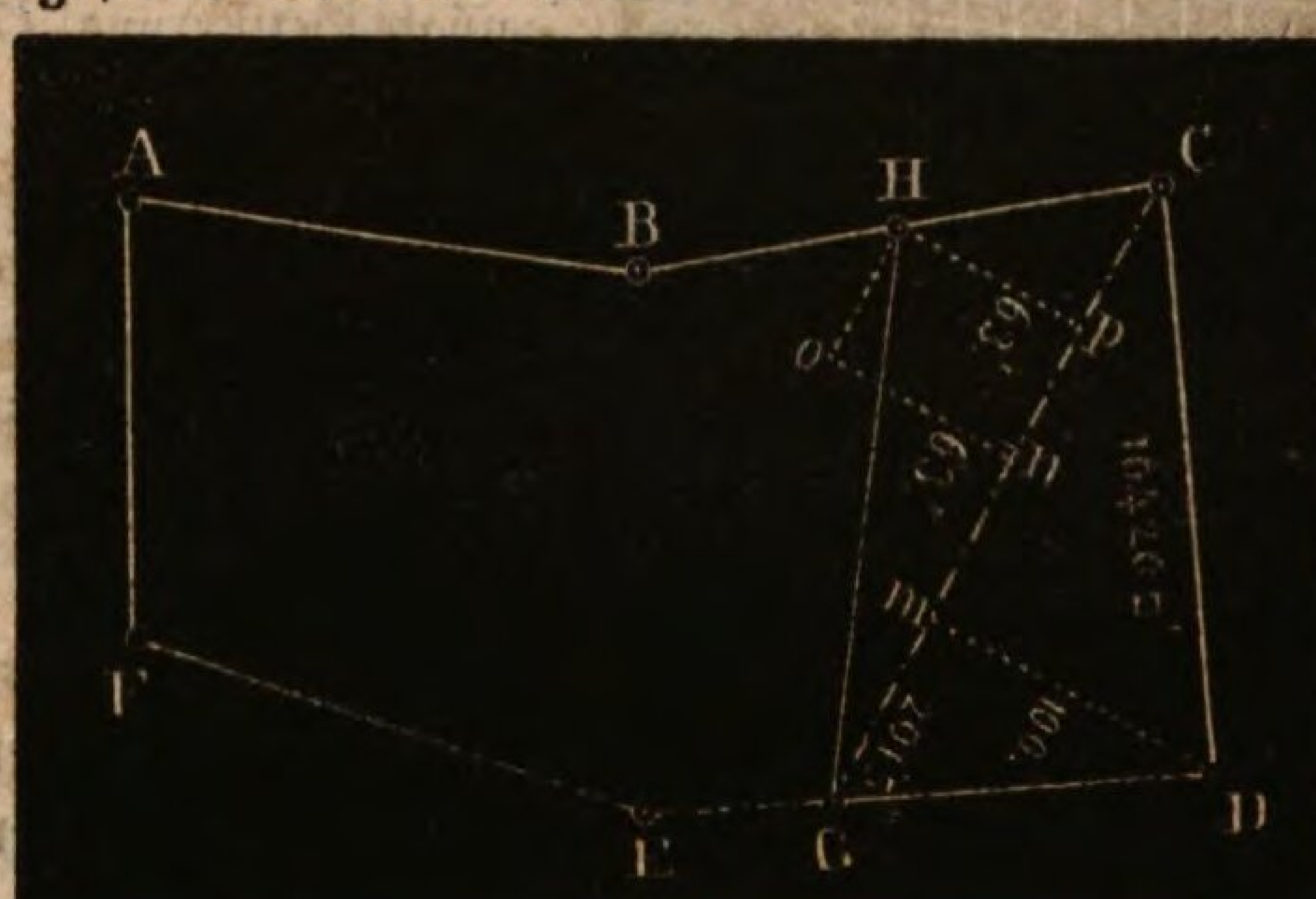


Fig. 61.

Soll man z. B. von dem Sechseck ABCDEF an der Seite CD anliegend ein Stück abschneiden, das 16,420 □' mißt, so kann man zunächst auf ED einen Punkt G so annehmen, daß, wenn man ihn mit einem ungefähr gegenüberliegenden Punkt H verbindet, das verlangte Viereck entsteht. Sodann wird das Dreieck CDG genau gemessen und berechnet; bei einer Grundlinie von 201' 5" und einer Höhe von 100' mißt dasselbe 10,075 □'. Es sind diesen nunmehr noch 6345 □' beizufügen, um die verlangten 16,420 □' zu erhalten. Diese nehmen wir nun in Gestalt eines Dreiecks

an, dessen Grundlinie CG = 201′ 5″ ist und dessen Höhe nunmehr berechnet werden kann. Dieselbe ist nämlich gleich dem Doppelten des bekannten Flächeninhalts, dividirt durch die ebenfalls bekannte Grundlinie, also gleich

$$\frac{2 \times 6345}{201{,}5} = 63'.$$

Diese Länge wird nun mit Hülfe der Kreuzscheibe und der Meßstangen in einem beliebigen Punkte n der Grundlinie senkrecht zu derselben abgesteckt. Würde man den so erhaltenen Punkt o mit C und G verbinden, so wäre G o C das verlangte Dreieck. Die Figur gestaltet sich aber zweckmäßiger, wenn man durch o eine Parallele zur Grundlinie GC legt und diese bis zum Schnitte mit BC (in H) verlängert, worauf die Senkrechte Hp = on und also auch GHC das verlangte Dreieck ist; dasselbe giebt mit CDG die gewünschte Fläche von 16,420 □′.

2. Man soll von einem Grundstück auf einer Seite ein Stück von vorgeschriebener Größe so abschneiden, daß die Theilungslinie jener Seite parallel wird.

Auch diese Aufgabe wird successiv gelöst, indem man zuerst eine Parallele zur bezeichneten Seite so annimmt, daß sie ungefähr das vorgeschriebene Stück vom Ganzen abschneidet. Dieses vorläufige Stück wird genau gemessen und berechnet. Fehlt nun noch ein Bedeutendes, so wiederholt man diese vorläufige Lösung nochmals. Andernfalls wird man sofort annehmen, daß der noch hinzukommende oder wegfallende Streifen als Parallelogramm angesehen werden könne. Zu demselben kennt man die Grundlinie — es ist dies die früher angenommene Parallele — und berechnet und steckt die zugehörige Höhe ab.

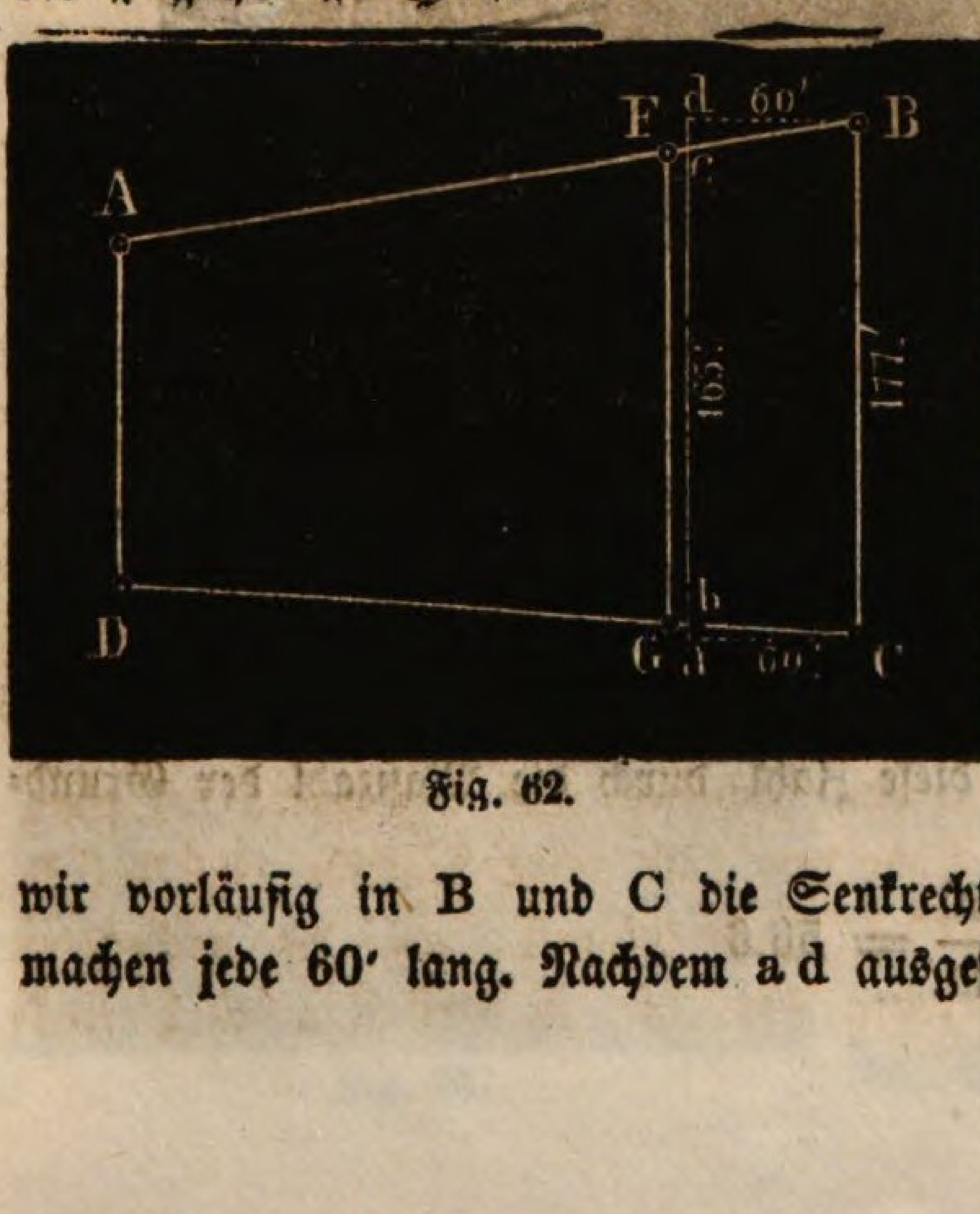


Fig. 62.

Soll man z. B. von dem Viereck A B C D durch eine Parallele zu B C ein Stück von 11,000 □′ abschneiden, so mißt man vorerst B C und berechnet die Höhe eines Parallelogramms oder Rechtecks, welches diese Grundlinie und den vorgeschriebenen Flächeninhalt hat. In unserm Falle ist BC = 177′, der Inhalt 11,000 □′; demnach die Höhe etwas über 60′. Nun stecken wir vorläufig in B und C die Senkrechten Bd und Ca zu BC ab und machen jede 60′ lang. Nachdem a d ausgesteckt und ihre Schnittpunkte b und c

mit BA und CD gefunden worden, wird das Paralleltrapez bcBC gemessen und berechnet. Da bc = 165′, so ist sein Inhalt $\frac{1}{2}$ (177 + 165) 60 = 71 × 60 = 10260 □′. Nun fehlen noch 740 □′ zu den 11000 □′, welche das Stück enthalten soll. Betrachten wir sie als in einem Rechteck vorhanden, dessen Grundlinie bc = 165′ ist, so erhält dasselbe eine Höhe von nahe 4′ 5″. Diese wird in b und c senkrecht zu bc abgesteckt, worauf die so erhaltenen Punkte G und F mit B und C die verlangte Figur begrenzen. — Zur Kontrole wird natürlich die ganze Figur nachgemessen.

3. Man soll die zwischen zwei Grundstücken vorhandene, gebrochene Grenzlinie durch eine gerade derart ersetzen, daß die beiden Grundstücke ihre Größe nicht ändern.

Um diese Aufgabe zu lösen, steckt man in der Nähe fraglicher Grenze eine gerade Hülfslinie ab und mißt und berechnet das Stück der einen Parzelle, welches zwischen dieser Linie und der Grenzlinie liegt. Sodann nimmt man diese Hülfslinie als Grundlinie eines Dreiecks an, das mit diesem Grundstücke gleichen Inhalt hat, berechnet die zugehörige Höhe und steckt sie so ab, daß ihr Ende in die eine der seitlichen, also nicht zu verändernden Grenzlinien zu liegen kommt, worauf die neue Grenze gefunden ist.

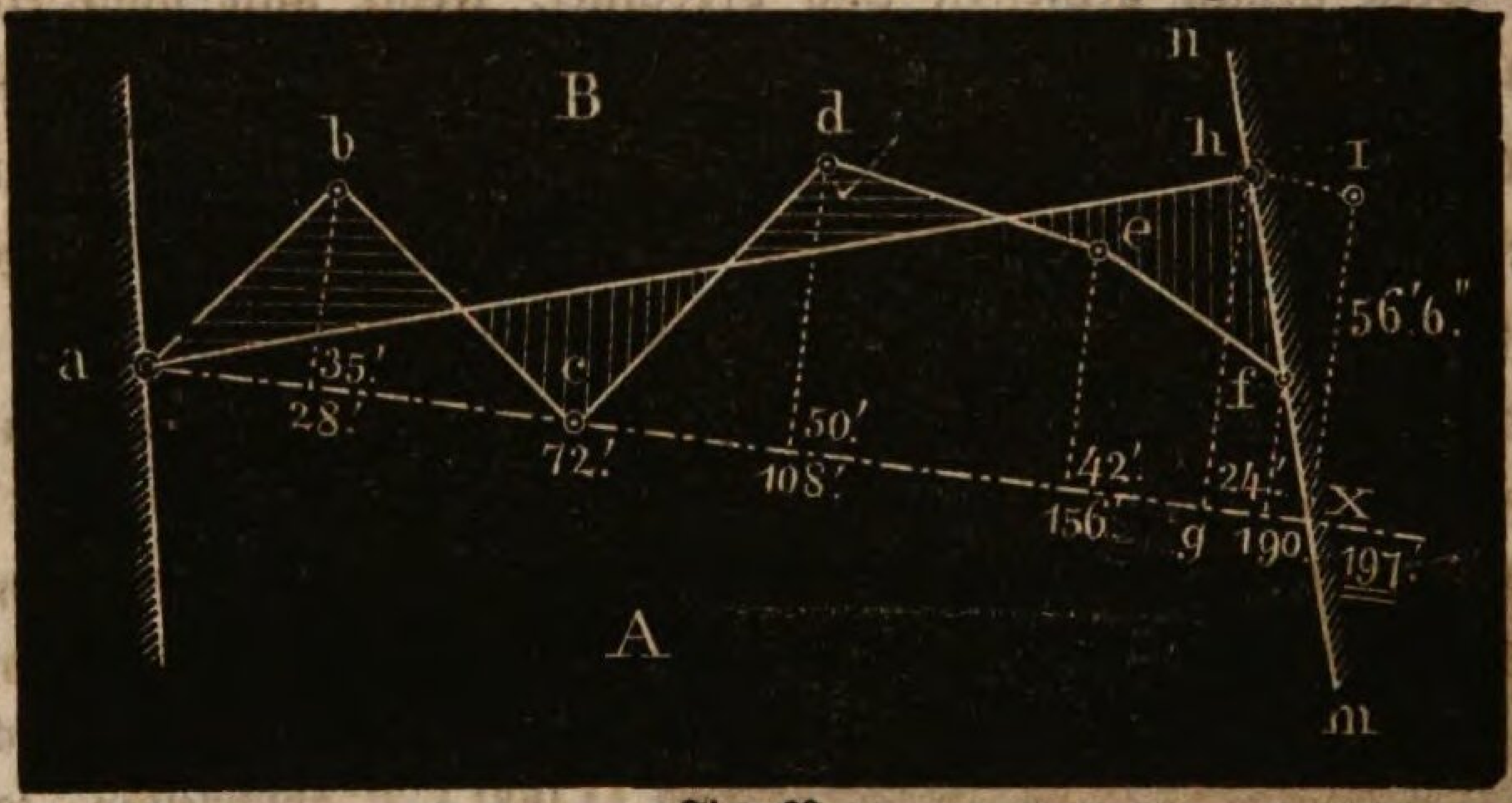


Fig. 63.

Man habe z. B. die Grundstücke A und B, welche von der gebrochenen Grenzlinie abcdef geschieden worden, und man solle nun diese Grenze durch eine geradlinige ersetzen. Man stecke nun zuerst die Hülfslinie aX ab, die aus Gründen der Einfachheit in diesem Falle gerade durch a und c gelegt werden kann. Das Stück von der Fläche A, welches zwischen dieser Hülfslinie und der Grenze liegt, wird gemessen und berechnet; das Doppelte davon beträgt 11,150 □′. Dividirt man diese Zahl durch die Maßzahl der Grundlinie, so erhält man

$$\frac{11,150}{197} = 56,6$$

also die Höhe 56' 6''. Wird nun in X eine Senkrechte von dieser Länge und durch ihren Endpunkt i eine Parallele zu Xa abgesteckt und deren Schnittpunkt h mit mn aufgesucht, so giebt dann ah die neue Grenzlinie. Die ungleiche Schraffur giebt an, welche Stücke von der ehemaligen Parzelle A nunmehr zu B gehören und umgekehrt.

Zweiter Theil.

Die Vertikalvermessung oder das Höhenmessen und Nivelliren.

Zur Vertikalvermessung sind nach dem in der Einleitung Gesagten diejenigen Aufgaben der praktischen Geometrie zu zählen, bei welchen es schließlich auf die (mitunter wiederholt auftretende) Bestimmung des Höhenunterschiedes zweier Punkte ankommt. Zur Lösung dieser Aufgabe werden hauptsächlich zwei von einander wesentlich abweichende Methoden eingeschlagen, die Höhenmessen und Nivelliren genannt werden. Das Höhenmessen wird namentlich dann benutzt, wenn es sich um einen im Verhältniß zur Horizontalentfernung bedeutenden Höhenunterschied handelt, den man auch durch wiederholte Aufstellung einer Meßstange nicht gut ermitteln kann: so wenn man die Höhe eines Baumes, eines Gebäudes, oder — in der höhern Geodäsie — eines Berges u. dgl. kennen lernen will; in den Fällen dagegen, bei welchen der Höhenunterschied im Verhältniß zur horizontalen Entfernung, oder überhaupt, klein ist, bedient man sich des Nivellements.

Die Lösung der Aufgabe besteht bei Anwendung des Höhenmessens hauptsächlich darin, daß man die horizontale Entfernung (AC) der beiden Punkte (A und B) und die Größe des Winkels sich verschafft, den die schiefe Verbindungslinie (AB) der beiden Punkte mit der horizontalen (AC) durch den tiefern Punkt einschließt. Diese beiden Größen sind Bestimmungsstücke

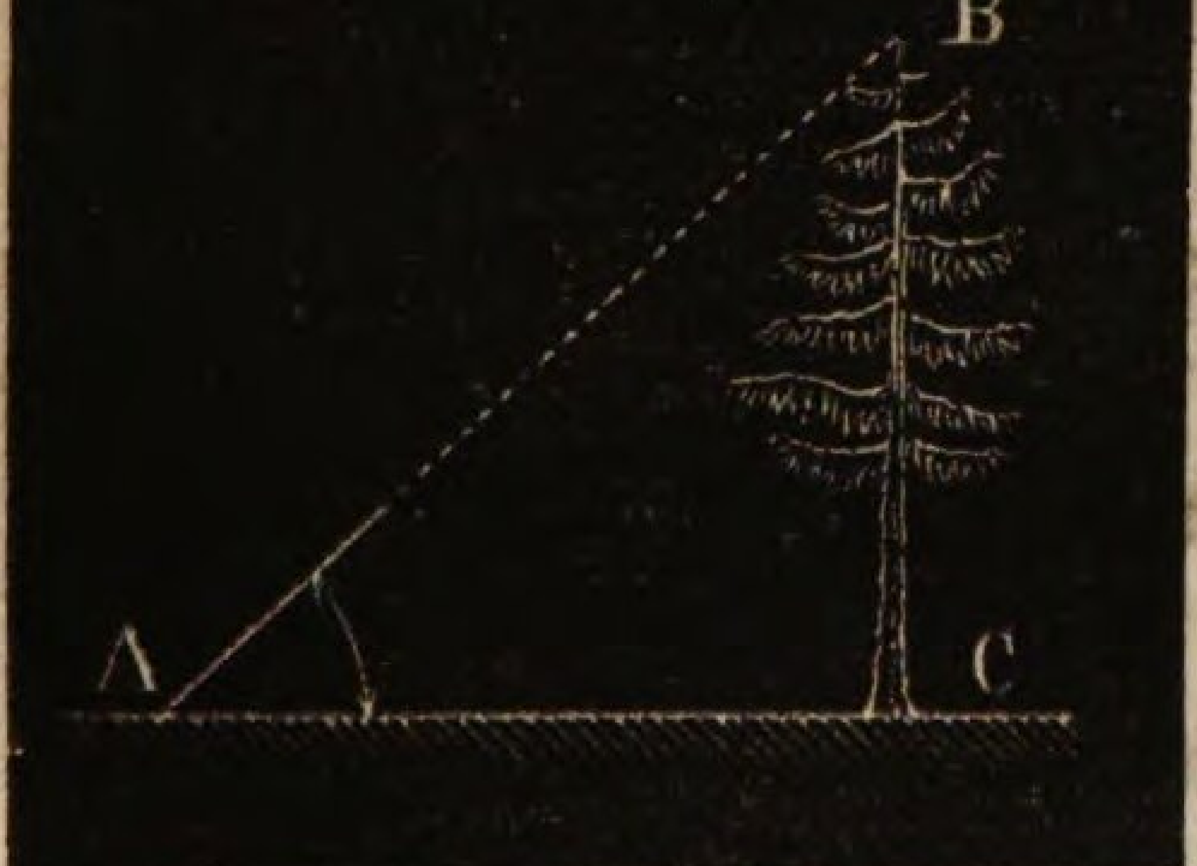


Fig. 64.

eines rechtwinkligen Dreiecks, in welchem die gesuchte Höhe die jenem (spitzen) Winkel gegenüberliegende Kathete bildet. In der höhern praktischen Geometrie wird aus jenen beiden Stücken des Dreiecks die gesuchte Seite trigonometrisch berechnet; in der niedern praktischen Geometrie sucht man sich die unbekannte Größe durch Herstellung eines zweiten, dem ebengenannten ähnlichen rechtwinkligen Dreiecks zu verschaffen, aus dem mindestens die beiden Katheten bekannt sind, und das mit Hülfe einer Proportionsrechnung die unbekannte Seite liefert.

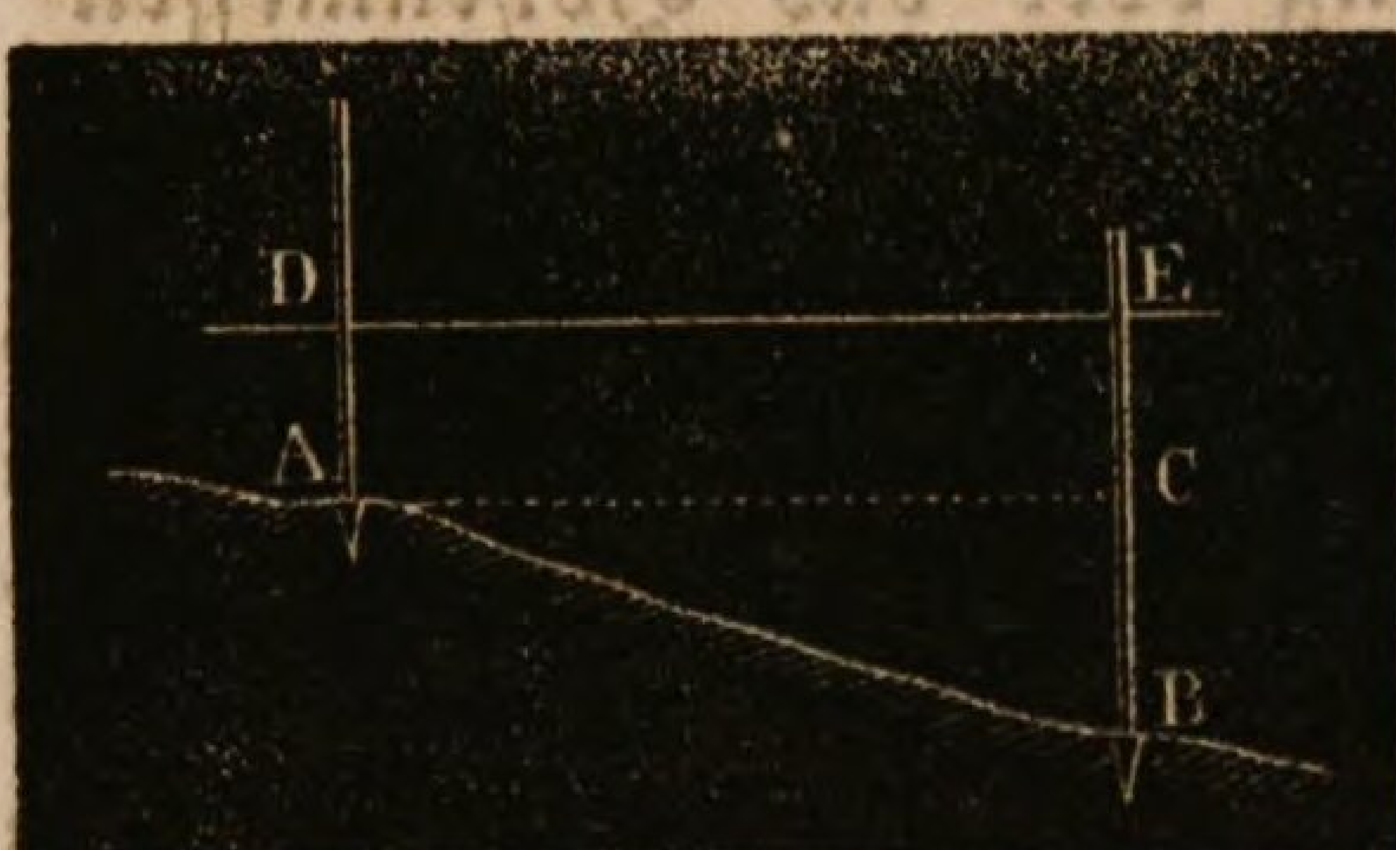


Fig. 65.

Wird dagegen die Grundaufgabe der Vertikalvermessung durch Nivellement gelöst, so stellt man in jedem der beiden Punkte (A und B) eine vertikale, gerade Linie (A D und B E) her und schneidet dieselben durch eine horizontale Linie (D E). Wenn man dann die durch die gegebenen Punkte und jene Horizontale begrenzten Stücke der vertikalen Linien (A D und B E) von einander subtrahirt, so erhält man in der Differenz den Höhenunterschied der beiden Punkte (B C = B E — A D).

Wir gehen nun auch hier zunächst die Werkzeuge durch, die bei diesen Arbeiten in Anwendung kommen, und werden dann die Arbeiten selbst vorführen und erläutern. Als Instrumente sind an diesem Orte zu erwähnen:

a) Meßstangen zur Vertikalvermessung,
b) die Meßtafel von Preßler,
c) der Höhenmesser (die Quadrattafel),
d) die Kanalwage und
e) die Wasserwage mit Fernrohr (das eigentliche Nivellirinstrument).

Von den Arbeiten, die wir hier in Betracht zu ziehen haben, nennen wir besonders:

a) das Messen der Höhe von Bäumen 2c. mit den verschiedenen dazu dienlichen Instrumenten,

b) das Nivelliren von Linien und Flächen, und
c) die Darstellung von Längen- und Querprofilen, nebst Berechnungen darüber.

I. Instrumente zur Vertikalvermessung.

a. Meßstangen zur Vertikalvermessung. Meßpflöcke.

Beim Messen der Höhe eines Baumes ꝛc. können — in Ermanglung besserer Instrumente — auch nur zwei Stäbe in Anwendung kommen, die zum Zwecke einer vertikalen Aufstellung etwa mit eisernen Spitzen beschlagen sind, und von welchen der eine mit einer Eintheilung in Zolle und halbe Zolle versehen ist. Da diese Stäbe keinerlei weitere Eigenthümlichkeiten zu haben brauchen und ihre weitere Beschaffenheit aus ihrem Gebrauche genugsam erhellt, so wollen wir nicht länger bei denselben verweilen.

Wichtiger für die direkte Messung von Höhen und für das Nivelliren sind die sogenannten Nivellirlatten. Sie kommen in allerlei Konstruktionen vor; aber immer ist eine Nivellirlatte eine geradlinige, hölzerne Meßstange von ziemlich starkem viereckigem Querschnitt, die mindestens in Zolle und halbe Zolle eingetheilt sein muß. Ihre Enden sind mit eisernen Kappen versehen, um die Abnutzung zu verhindern, und ein Oelfarbenanstrich macht die Einflüsse der Feuchtigkeit unschädlich. Da die Eintheilung einer solchen Stange noch in einiger Entfernung deutlich sichtbar sein muß, werden die einzelnen Halbzolle zweckmäßig abwechselnd schwarz und weiß angestrichen und von Zoll zu Zoll mit Nummern versehen.

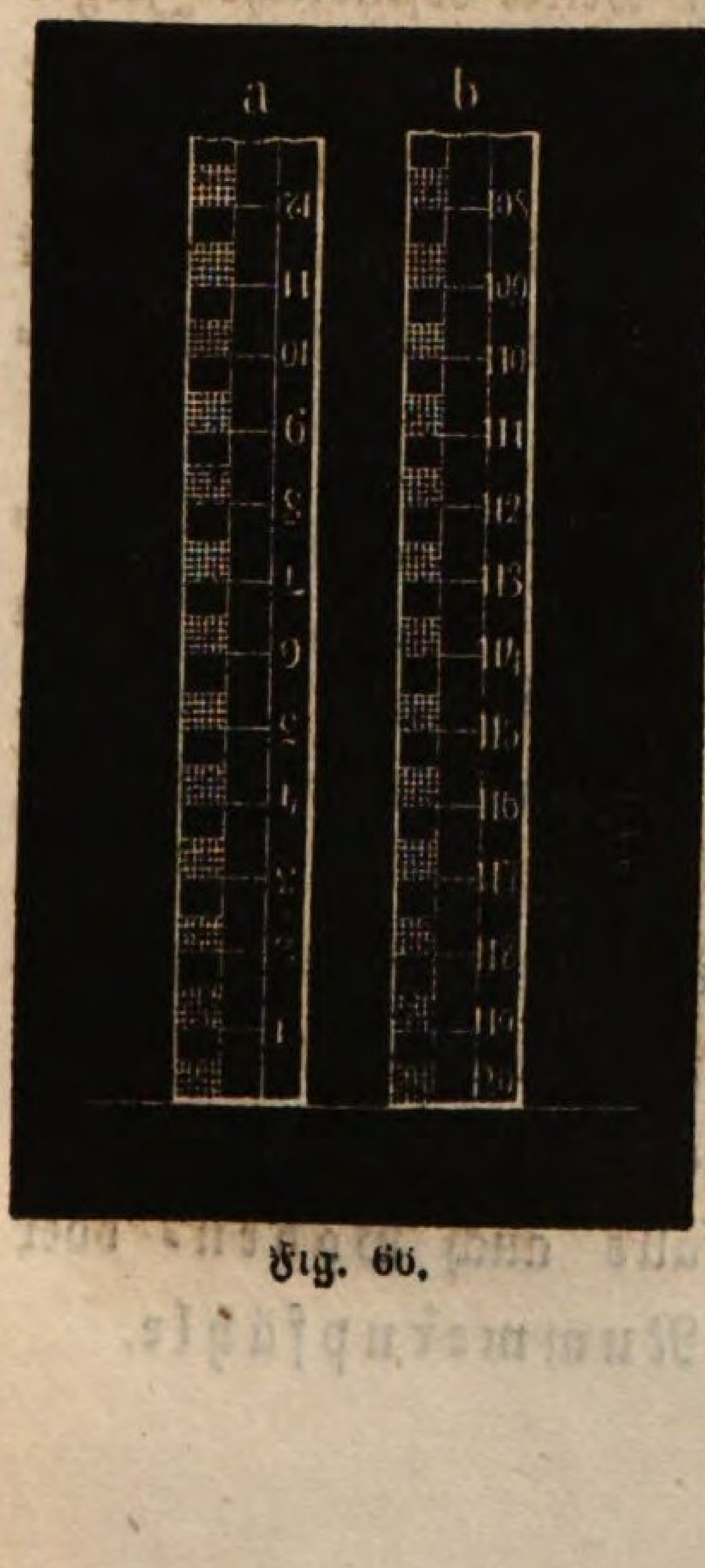


Fig. 66.

Soll eine Meßlatte zu Nivellements dienen, die man mit einem Fernrohrinstrumente ausführt, so erhält sie die durch nebenstehende Figur angedeutete Konstruktion und Eintheilung. Ihre Länge beträgt 12, höchstens 15 Fuß (bei Metertheilung 4 bis 5 Meter); ihr Querschnitt ist rechteckig und mißt 10‴ auf 20‴ (30 auf 60 mm).

Die Ziffern der von unten nach oben fortlaufenden Numerirung sind verkehrt angebracht, worauf sie von einem sogenannten astronomischen Fernrohr, wie solche bei Nivellir- und andern Meß-instrumenten vorkommen, bekanntlich aufrecht gezeigt werden.

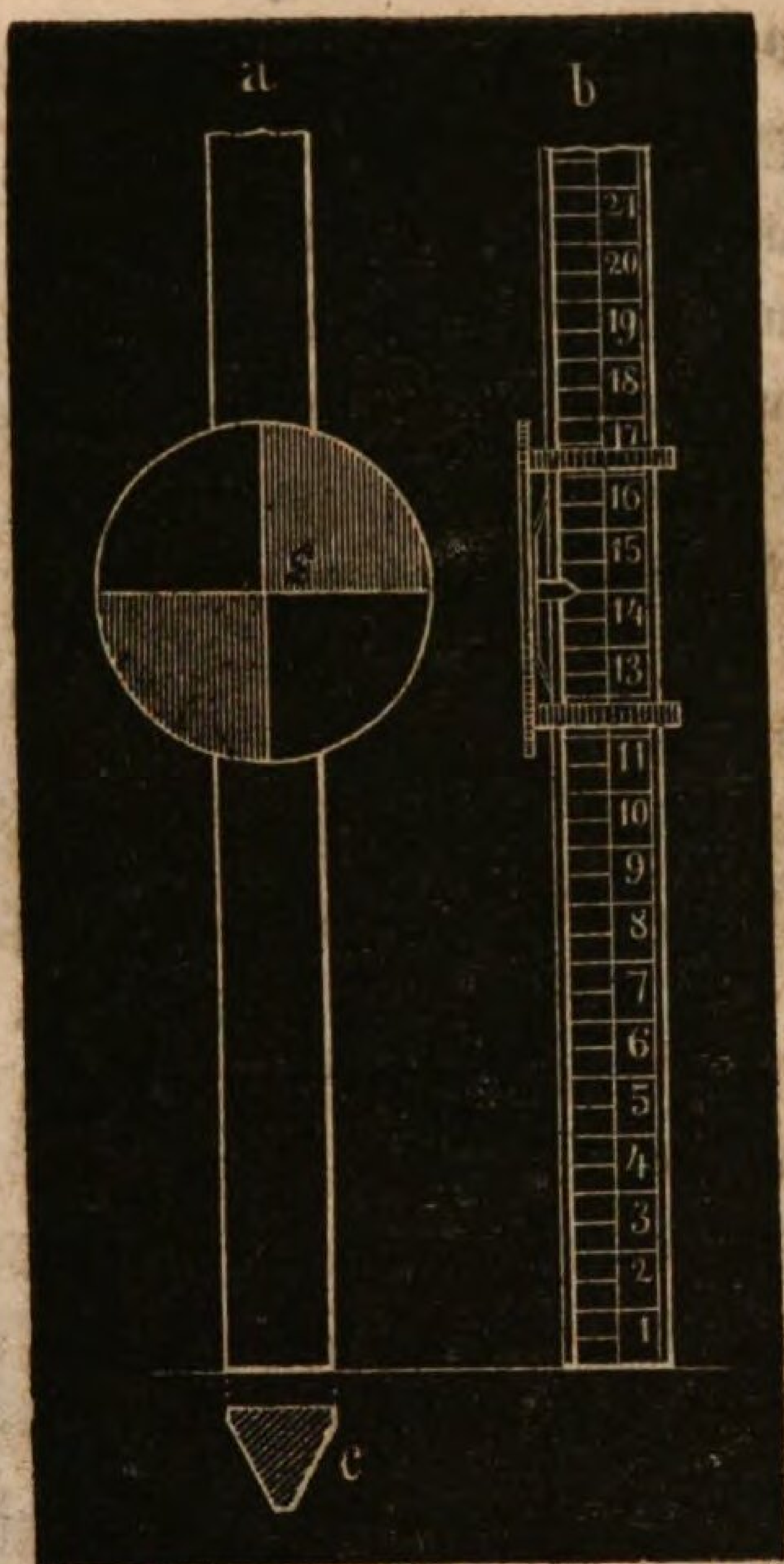


Fig. 67.

Für Nivellements mit der Kanalwage versieht man die Nivellirlatte gern mit einer Zielscheibe, welche auch ohne Fernrohr eine genaue Einstellung aus größerer Entfernung möglich macht. Die Zielscheibe (s) ist durch Bänder (m und n) und eine Feder (hinter der Scheibe) so mit der Latte verbunden, daß man sie zwar auf- und abwärts verschieben kann, daß sie aber an jeder Stelle stehen bleibt. Die Verschiebung der Scheibe bis genau zu der Höhe, bei welcher die Visirlinie die Mitte zwischen den vier Feldern trifft, muß natürlich durch einen Gehülfen besorgt werden, sowie auch das Ablesen der Höhe, auf welche der hinter der Mitte befindliche Zeiger deutet. Die Numerirung auch dieser Nivellirlatte läuft von unten nach oben; die Ziffern brauchen aber nicht verkehrt geschrieben zu werden, sondern werden aufrecht geschrieben.

So weit beim Höhenmessen und Nivelliren auch horizontale Entfernungen in Betracht kommen, werden dieselben mit den gewöhnlichen Meßstangen und nach dem früher besprochenen Verfahren gemessen.

Zur Bezeichnung der Punkte können, soweit dies nöthig ist, einerseits die schon früher beschriebenen, mit Nummern versehenen Meßpflöcke dienen; andererseits werden bei Nivellements noch fuß-lange Pflöcke mit ebener Oberfläche ganz in den Boden eingetrieben, um die Höhe der betreffenden Stellen genau und für die Dauer zu bezeichnen; diese letztern heißen diesfalls auch Boden- oder Fußpfähle, die vorhergenannten aber Nummernpfähle.

b. Instrumente zum Höhenmessen.

Zum Höhenmessen, besonders für forstliche Zwecke, sind verschiedene Instrumente konstruirt worden, die zwar in ihrer praktischen Brauchbarkeit und in der damit erreichbaren Genauigkeit sehr ungleich sind, aber im Prinzip der Einrichtung vollständig übereinstimmen. Wir wollen zuerst dieses Prinzip — das wir oben schon angedeutet — etwas genauer darlegen und dann die zwei von den in Rede stehenden Instrumenten näher beschreiben, die vermöge ihrer häufigen Anwendung und praktischen Brauchbarkeit es am ehesten verdienen.

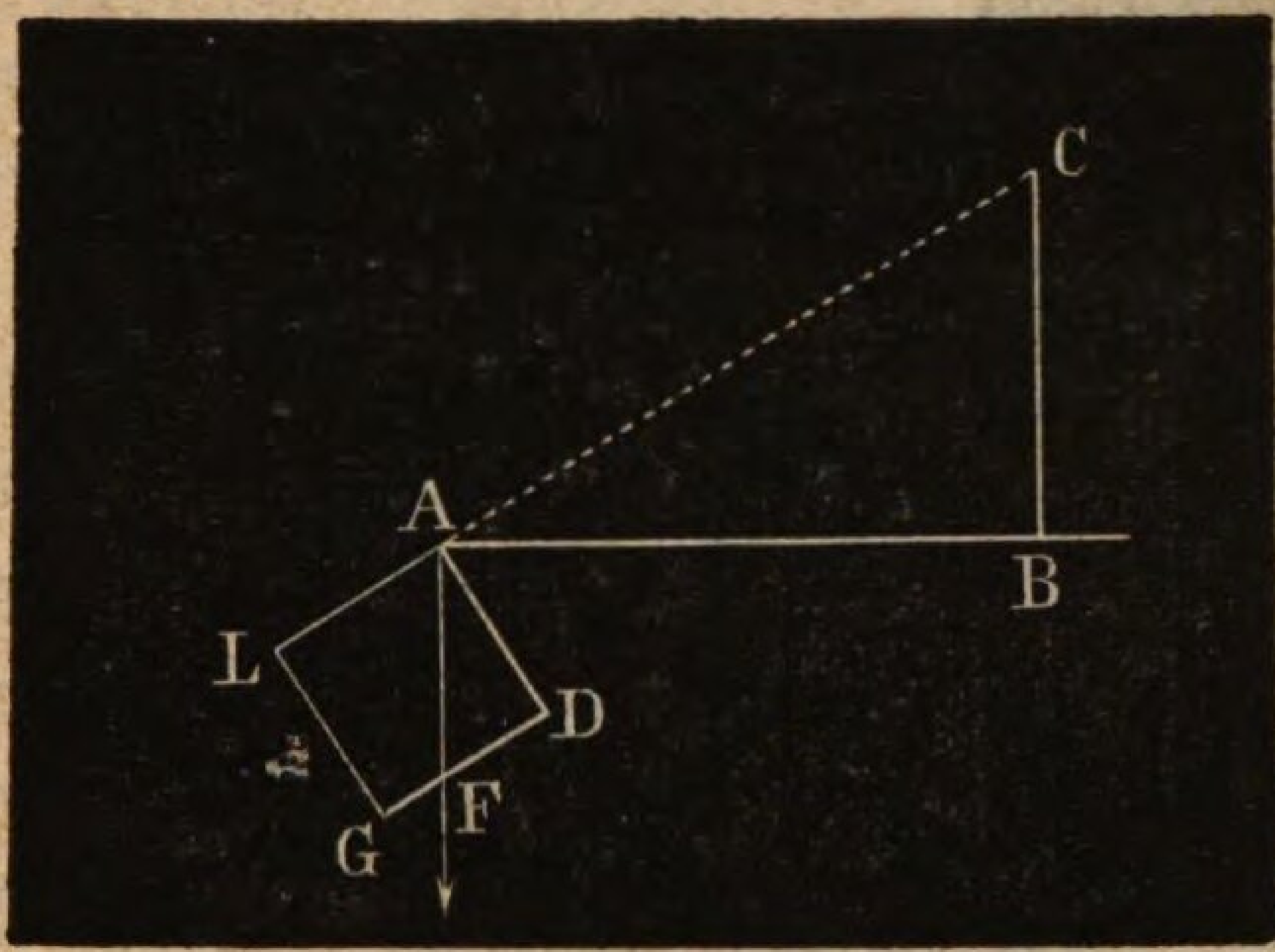


Fig. 68.

Stellt z. B. BC eine vertikale Linie (etwa die Höhe eines Baumes) vor, deren Länge gefunden werden soll, und nimmt man an, es sei vom Fußpunkte B dieser Linie in horizontaler Richtung die Länge AB gemessen und in A eine quadratische Fläche ADGL vertikal so aufgestellt worden, daß eine Seite (LA) derselben genau nach dem höchsten Punkte C der vertikalen Linie zeigt; so ist dann leicht einzusehen, daß eine Vertikale (AF) von A aus (die Schnur eines Senkels) mit den Seiten AD und DG des Quadrates ein Dreieck ADF bildet, welches dem Dreieck ABC aus Gleichheit zweier Winkel ähnlich ist. Kann man dann auf dem Quadrate die Länge von AD und DF (nach demselben Maße) ermitteln, so liefert die Proportion

$$BC : AB = DF : AD$$

das Resultat:

$$BC = AB \frac{DF}{AD},$$

woraus die Länge BC leicht berechnet werden kann. Richtet man zu größerer Bequemlichkeit die Theilung der Linie AD so ein, daß sie so viele Einheiten (ihrer Art) enthält wie AB Längeneinheiten

(Fuße), so gibt nach obiger Rechnung die Zahl der Einheiten von DF sofort die Höhe von BC in Fußmaß an.

Ist z. B. die gemessene Standlinie AB 48 Fuß und mißt die Seite AD auch gerade 48 Einheiten ihrer Art, so wird DF, durch dieselbe Einheit der Länge gemessen, die Anzahl Fuß angeben, die in BC enthalten sind, in unserm Fall hier 32.

Wir wollen nun angeben, wie dieses Prinzip bei der Quadrattafel und bei der Meßtafel von Preßler verwirklicht ist.

1. Der Höhenmesser oder die Quadrattafel. An einem vertikalen Stabe ST von ungefähr 5 Fuß (1,5 Meter) Länge wird vermittelst eines (horizontalen) eisernen Zapfens ein quadratisches Brettchen ABCD von ungefähr 5 Zoll (15 cm) Seite so befestigt, daß es um eine horizontale Axe (jenen Zapfen) gedreht werden kann und daß die vordere Quadratebene vertikal ist. Diese vordere Fläche ist sorgfältig überzogen mit gutem Papier, das ein genau gezeichnetes und in Quadrate eingetheiltes Quadrat abcd trägt; am zweckmäßigsten ist die Eintheilung des ganzen Quadrats in 100 kleinere Quadrate und die Eintheilung eines jeden der letztern wieder in 100 Quadrate, so daß die etwa $4^1/_2$ Zoll (135 mm) lange Seite des ganzen Quadrats in 100 gleiche Theile getheilt ist, worauf immerhin noch ohne weitere Theilung Stücke dieser Theile geschätzt werden können. An den obern Ecken b und c des Quadrates sind feine, seidene Schnüre befestigt, an welche ein Senkblei (s) angebracht werden kann. Endlich sind an den Seiten des Brettchens rechteckige Messingplatten angeschraubt, welche eine Visirebene (Schauritze mn und Faden op) so enthalten, daß man genau in Richtung der Quadratseite bc visiren kann.

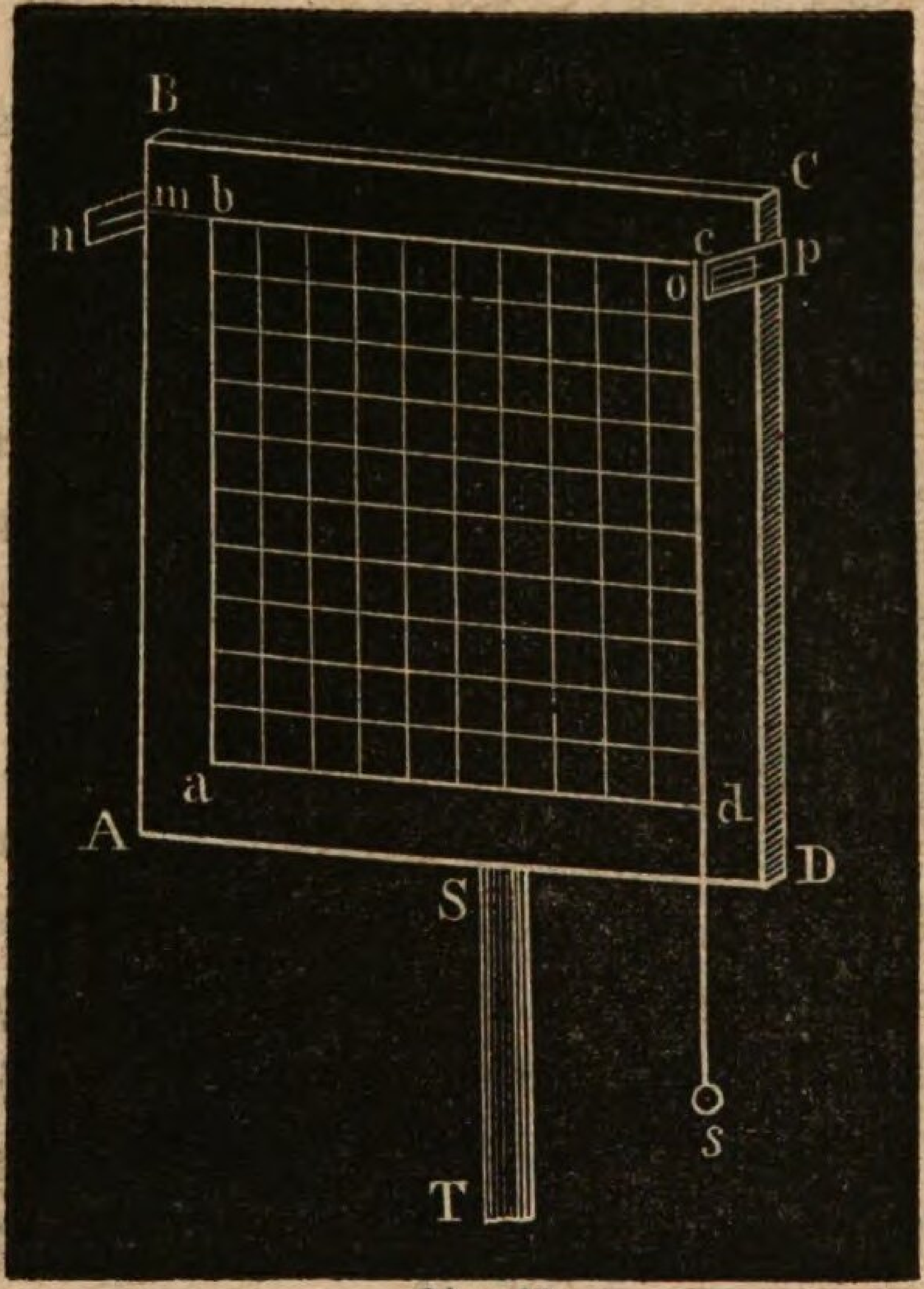


Fig. 69.

Dauerhafter und genauer könnte das Instrument konstruirt werden, wenn die Papierfläche durch eine Messingplatte mit entsprechender Theilung ersetzt würde. Ebenso wäre das Instrument solider, wenn der vertikale Stock durch ein Dreifußstativ ersetzt würde.

Dieses nämliche Instrument kann auch als Nivellirinstrument bei minder wichtigen Arbeiten gute Dienste leisten; denn wenn es so aufgestellt wird, daß die Senkelschnur cs mit der Seite cd des Quadrates zusammenfällt, wird die Seite bc und, bei richtiger Konstruktion, auch die Visirebene mn — op horizontal sein. Und die wesentliche Bestimmung eines Nivellirinstrumentes ist es ja, eine horizontale Visirebene anzugeben.

Wird ferner das gleiche Instrument so eingerichtet, daß man die Quadratfläche horizontal aufstellen kann, was mit Hülfe eines

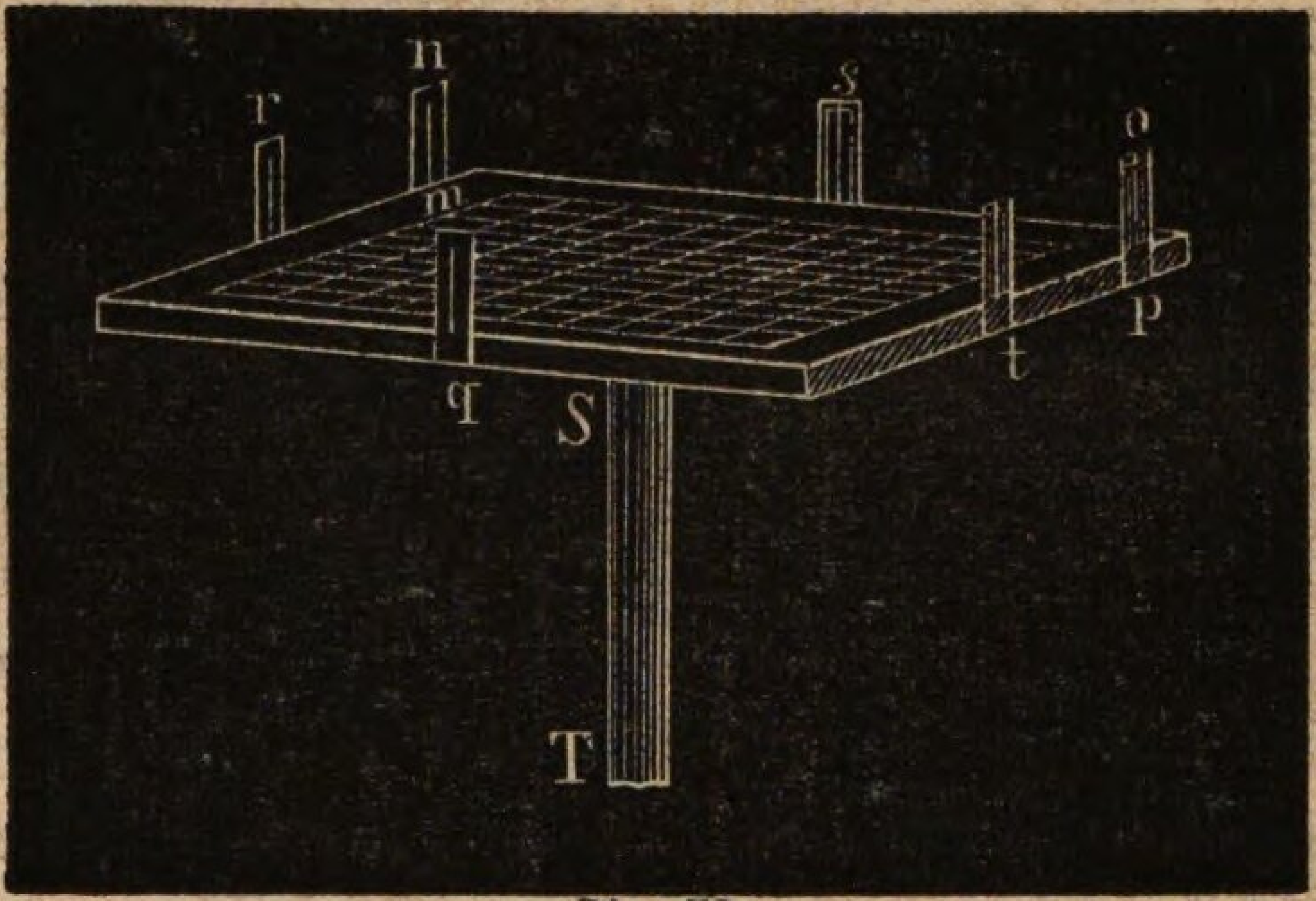


Fig. 70.

vertikalen Loches im Stocke desselben leicht zu bewerkstelligen ist, und bringt man an dem Brette vermittelst Messingplättchen (q, r, s und t) zwei senkrecht aufeinander stehende vertikale Visirebenen (wie bei einer Kreuzscheibe) an, so ist das Instrument auch eine recht gute Kreuzscheibe.

Das Senkblei der Quadrattafel muß mit einem Häkchen versehen sein, damit man es beim Transporte und beim Aufstellen des Instrumentes von der Schnur wegnehmen kann; letztere würde sonst leicht zerreißen.

Die Anwendung der Quadrattafel als Höhenmesser ist aus dem, was wir über das ihr zu Grunde liegende Prinzip sagten, leicht zu begreifen. Vom Fußpunkte des Gegenstandes, dessen Höhe gefunden werden soll, wird in horizontaler Richtung eine Standlinie abgesteckt und gemessen, die wenn möglich nicht kürzer sein soll als

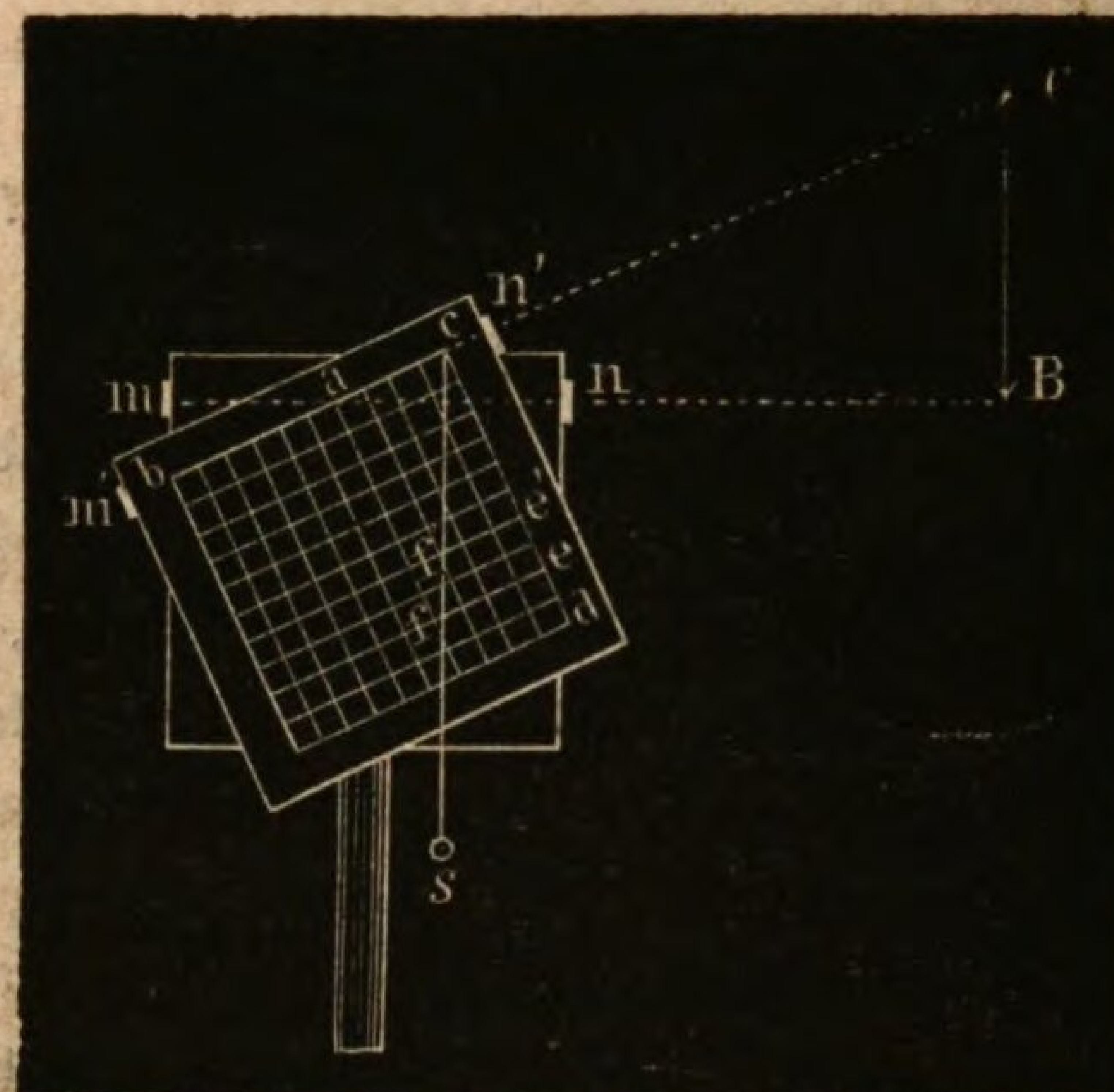


Fig. 71.

die Höhe des Gegenstandes. Im Endpunkte dieser Standlinie stellt man das Instrument auf und richtet seine Ebene genau nach dem Gegenstande — man muß auf diesen Punkt achten, wenn man nicht unter Umständen Fehler begehen will — und dreht dann die Tafel so, daß die Senkelschnur mit einer Quadratseite (cd) genau zusammenfällt. Sodann wird die horizontale Visur (mnB) genommen und der Punkt B gemerkt, in welchem diese den Gegenstand trifft. Ist dies geschehen, so dreht man jetzt die Tafel so, daß die Visur m'n' genau nach der Spitze C des Gegenstandes zeigt. Ist nun die Standlinie (ab) 80' gemessen worden, so nimmt man auf cd 80 Einheiten (ce), worauf die 37 Einheiten von ef angeben, daß BC 37' lang ist. Wäre die Standlinie 60 Fuß gewesen, so gäbe e'f' 27' 7" für BC.

Wie die Quadrattafel zur Lösung anderer, hiervon verschiedener Aufgaben des Höhenmessens angewendet wird, soll — soweit es noch nöthig ist — später gezeigt werden. An diesem Orte haben wir nur noch beizufügen, daß auch dieses Instrument nicht ohne vorausgegangene Verifikation gebraucht werden darf. Die Prüfung der Quadrattafel hat sich besonders auf folgende Punkte zu beziehen: a) ob das Quadrat richtig gezeichnet und eingetheilt worden ist; b) ob die Senkelschnüre genau in den Ecken angebracht sind; c) ob die Visirvorrichtung eine wirkliche Visirebene giebt, und d) ob die Visirebene (erweitert) durch die obere Seite (bc) des Quadrates geht oder mindestens dazu parallel ist.

Die Prüfung des Quadrates bezieht sich erstens auf die Linien, die ganz gerade gezogen, gleich lang und gleichmäßig eingetheilt sein müssen, wovon man sich vermittelst eines scharfen Zirkels und genauen Lineals überzeugen wird; zweitens müssen die Winkel des Quadrates rechte sein, wovon man sich durch Vergleichung der Diagonalen überzeugen kann. Denn wenn die Seiten desselben gerade und gleich lang sind, müssen seine Winkel rechte sein, sofern die Diagonalen gleich lang sind.

Die Prüfung, ob die Senkelschnüre genau in den Ecken (b und c) angebracht sind, wird dadurch vorgenommen, daß man dieselben längs den entsprechenden Quadratseiten spannt und nachsieht, ob sie mit denselben auch ganz zusammenfallen oder nicht. Es ist begreiflich, daß das Erstere eintreten muß, wenn das Instrument auch in dieser Beziehung richtig sein soll.

Ob die Visirvorrichtung eine wirkliche Visirebene giebt, kann — nachdem das Instrument horizontal aufgestellt worden (Fig. 70) — ganz auf dieselbe Art untersucht werden, wie bei einer Kreuzscheibe (siehe Seite 16).

Was endlich die Verifikation der gegenseitigen Lage der Visirebene (m n — o p) und der obern Quadratseite betrifft, so kann die folgendermaßen ausgeführt werden, nachdem das Instrument die vorhin genannten Prüfungen mit Erfolg bestanden hat. Man stellt

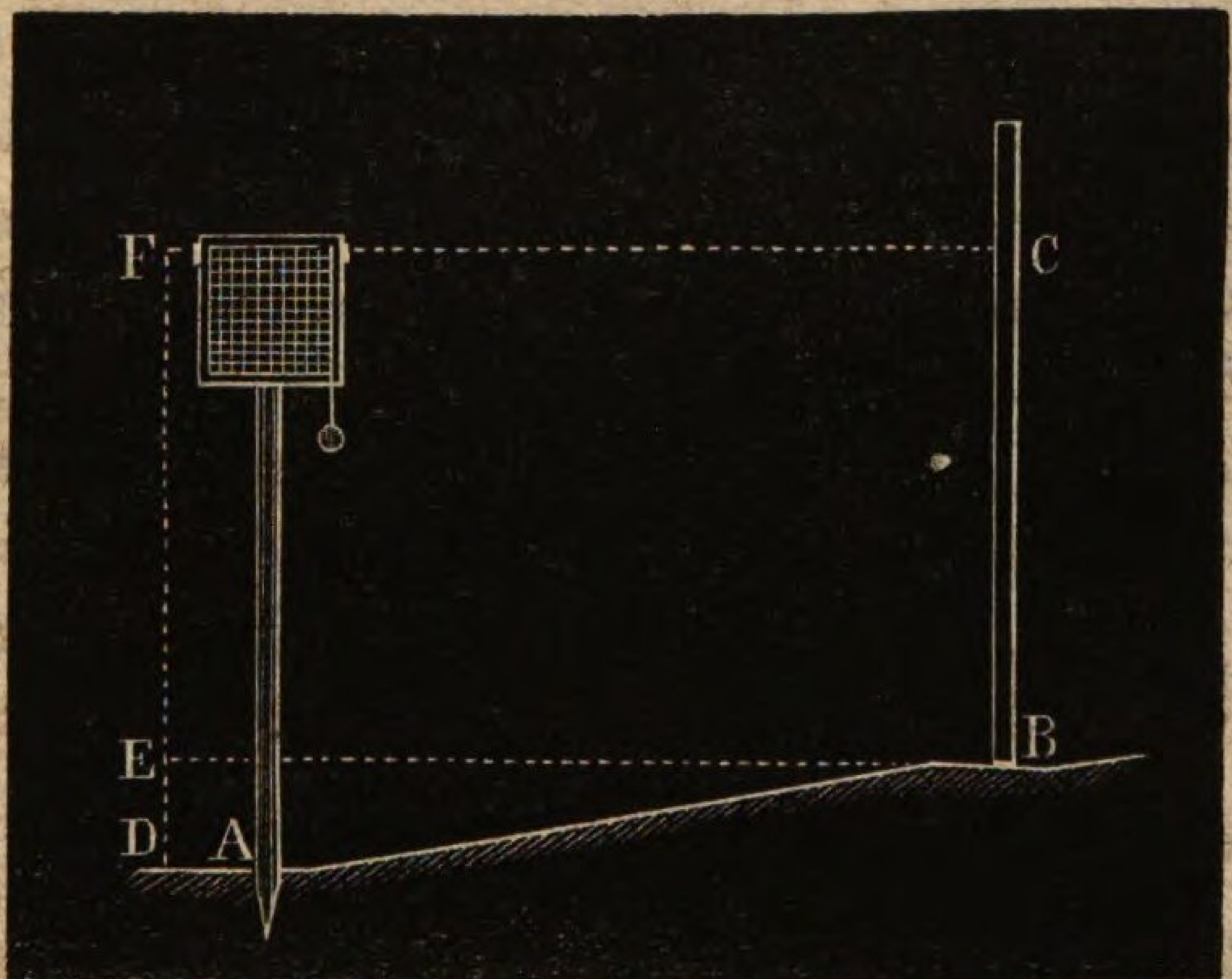


Fig. 72.

das Instrument in einem Punkte A so auf, daß die Senkelschnur genau mit einer Quadratseite zusammenfällt; in einer Entfernung von 30′—40′ davon (in B) wird die Nivellirlatte — damit man scharf zielen könne, lieber die Nivellirlatte mit Zielscheibe — vertikal aufgestellt und dann visirt. Nachdem noch die Instrumentenhöhe — bis zur Visirlinie — genau gemessen worden, wird die gefundene Lattenhöhe B C von der Instrumentenhöhe D F subtrahirt, worauf D E = D F — B C den Höhenunterschied der Punkte A und B giebt. (Wir nehmen D A horizontal an!). Sodann begiebt man sich mit dem Instrument nach B, stellt die Nivellirlatte in A auf uud wiederholt von B aus das Nivellement. Findet man auf diesem Wege dieselbe Höhendifferenz für A und B, so geht daraus hervor: 1) die Visirlinie war in beiden Fällen horizontal; 2) die Richtung der Senkelschnur steht zur Visirlinie senkrecht; 3) die Quadratseite b c, die ja zur Richtung der Senkelschnur senkrecht steht, ist mit der Visirlinie mindestens parallel. Damit ist das Instrument als richtig erkannt; andernfalls müßte dasselbe vor dem Gebrauche erst berichtigt werden.

2. Die Preßlersche Meßtafel, die zu den verschiedenartigsten Messungen und so auch zum Höhenmessen benutzt werden kann, besteht aus einer Tafel von Pappdeckel, wovon Figur 73* eine Ansicht in ungefähr $^1/_3$ der natürlichen Größe giebt. In der Richtung der Linien o p, a b und m n ist die Tafel so durchschnitten, daß sie zu einer (bei a) rechtwinkligen Raumecke zusammengelegt werden kann. Zu dem Ende wird zuerst o a b um a b rechtwinklig heruntergebogen, dann o p m um o p und schließlich o m n um m n. Bei c ist ein Senkel befestigt, der bei vertikaler Stellung der Ebene a b p zu einer Messung des Neigungswinkels der Kante p a mit dem Horizont dienen kann, indem dieser Neigungswinkel gerade so groß ist, wie derjenige, den die Senkelschnur mit der Geraden c 0° bildet. Die aus c beschriebenen Kreisbögen ent-

* Wir haben in dieser Figur nur die für unsern Zweck erforderlichen Eintheilungen angedeutet. Die Meßtafel enthält deren sehr viele.

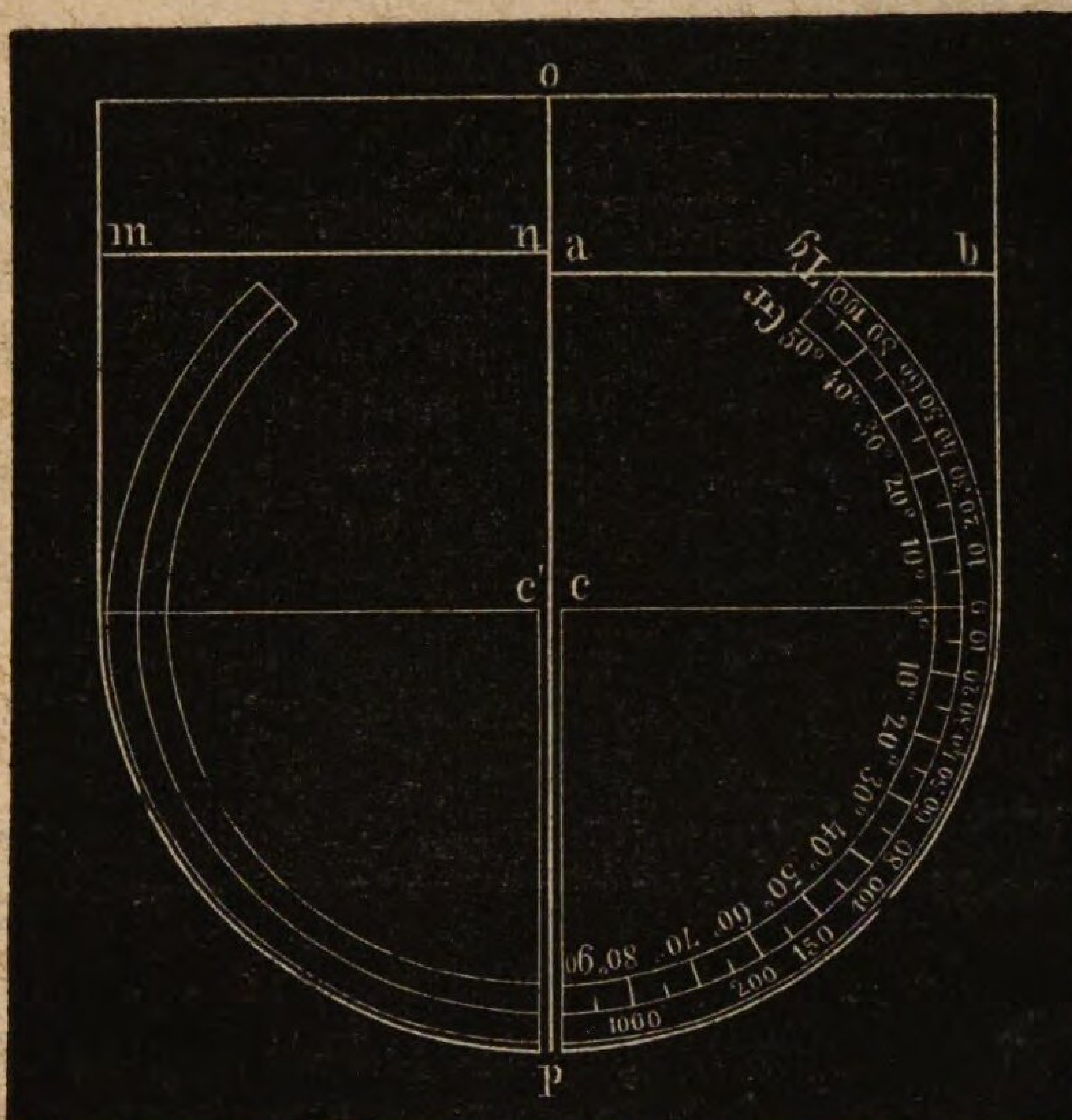


Fig. 73

halten: erstens eine Theilung in Grade und halbe Grade, die von dem Punkte 0° nach beiden Richtungen hin fortlaufend numerirt ist (wenn c 0° vertikal ist, was am Senkel beurtheilt werden kann, ist auch p a horizontal); zweitens, neben der Gradtheilung, eine mit Tangente bezeichnete Eintheilung, deren Ziffern für jeden Höhenwinkel angeben, wie viele Prozente der horizontalen Standlinie die anvisirte Höhe enthält. Der Gebrauch der Meßtafel ist aus Fig. 74 zu ersehen. Nachdem man sie in oben angegebener Weise zu einer

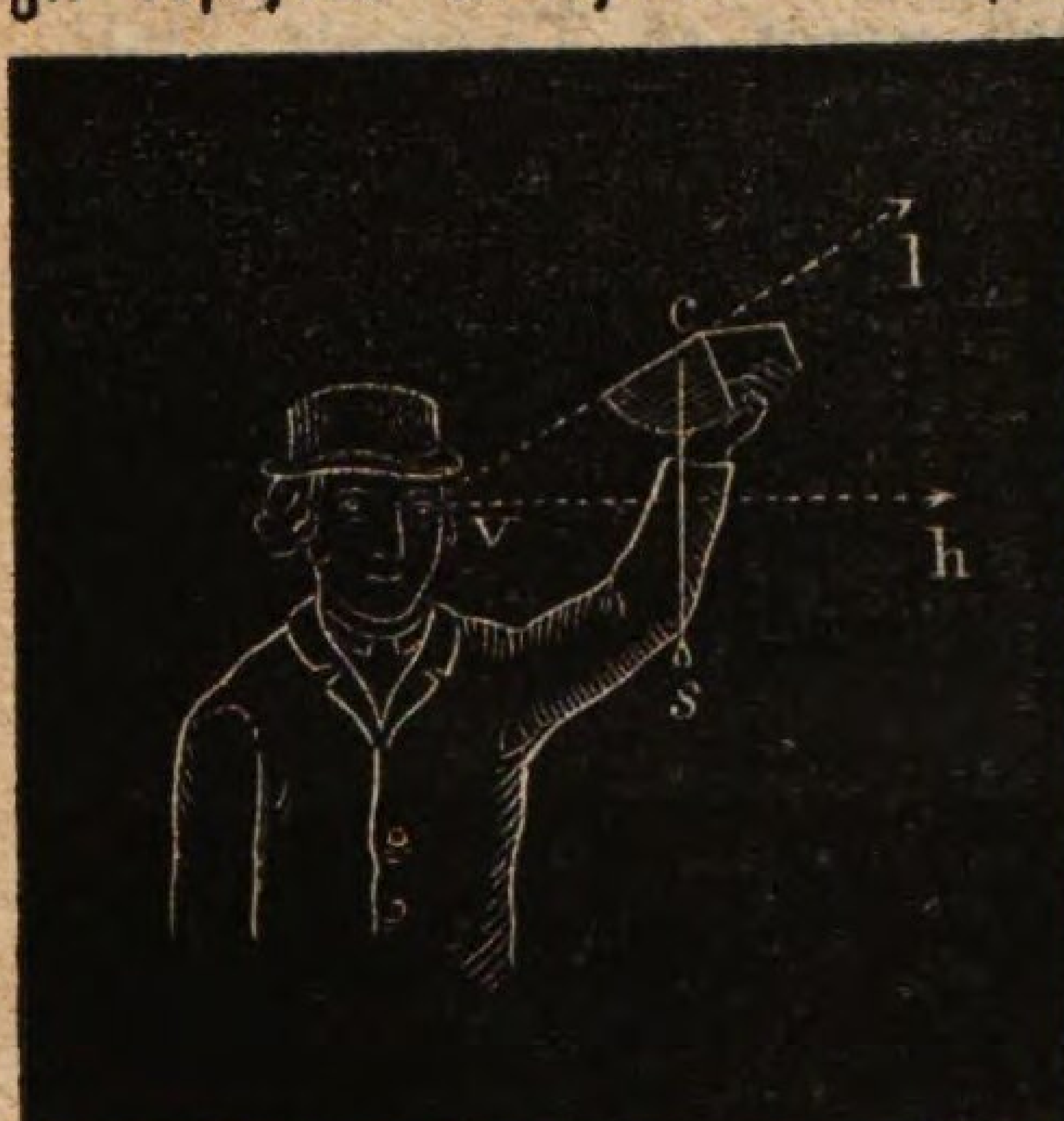


Fig. 74.

Würfelecke zusammengelegt hat, hält man sie mit der linken Hand so, daß die mit der Eintheilung versehene Fläche vertikal ist, was am Senkblei beurtheilt werden kann, und daß die Kante p a nach der Spitze des Gegenstandes zeigt, dessen Höhe gemessen werden soll. Ist diese Einstellung möglichst genau erzielt, so hält man dann mit der rechten Hand die Senkelschnur so an die Tafel, daß man

den Höhenwinkel und die zugehörige Tangentenzahl richtig ablesen kann. Multiplizirt man die gemessene horizontale Standlinie mit der Tangentenzahl und dividirt das Produkt durch 100, so erhält man die Höhe in Maßeinheiten der Standlinie. Die so erhaltene Höhe gilt, wie begreiflich, von der Horizontalen v h durch das Auge des Beobachters an; es muß deßhalb die Stelle, an welcher diese Horizontale den fraglichen Gegenstand trifft, immer vorher ermittelt werden durch eine horizontale Visur.

Das Prinzip der Meßtafel von Preßler (so weit sie hier in Betracht kommt) ist demnach dasselbe, das wir bei der Quadrattafel kennen lernten; nur daß sie einen Schritt weiter geht in der Benutzung des Dreiecks (A F D) der Tafel, das dem Dreieck (A B C) aus Stand-, Höhen- und Visirlinie ähnlich sein muß. In dem ersten Dreieck stehen nämlich die Maßzahlen der Seiten D F und A D in einem gewissen Verhältniß zu einander, welches offenbar von der Größe des Winkels bei D abhängig ist. Dieses Verhältniß ist dasselbe, in welchem die Höhe B C und die Standlinie zu einander stehen, und wir haben (Seite 81) gesehen, daß man die Höhe B C erhält, wenn man die Standlinie mit diesem Verhältniß multiplizirt. Preßler giebt nun in seiner Tafel nicht die Linien A D und D F an, sondern ihr Verhältniß oder den Quotienten $\frac{DF}{AD}$ für alle möglichen Werthe des Winkels F A D, worauf dem Beobachter ein für alle Mal die Mühe der Berechnung dieses Quotienten erspart wird. Diesen Quotienten nennt er Tangente, wie dies in der Trigonometrie üblich ist.

Der Schnitt zwischen den Linien B C und A C, und deßgleichen zwischen D F und A F wird, wie die Figur unmittelbar lehrt, um so spitzer und um so ungenauer, je größer der Winkel bei A ist oder je kürzer die Standlinie im Verhältniß zur Höhe gewählt wird, weßwegen wir an entsprechendem Orte zur Vorsicht empfohlen haben, beim Höhenmessen die Standlinie immer mindestens so lang, wie die Höhe des zu messenden Gegenstandes zu wählen (Seite 83).

Auch die Meßtafel von Preßler muß vor dem Gebrauche geprüft werden. Wie die Verifikation vorzunehmen ist, wird der

denkende Leser aus dem über die Quadrattafel Gesagten um so leichter finden, als hier hauptsächlich nur die Zeichnung und Eintheilung mit Hülfe des Zirkels zu untersuchen sind.

Daß man auch mit einer ganz genau konstruirten Preßlerschen Meßtafel keine sehr große Genauigkeit im Höhenmessen erreichen kann, ist unschwer einzusehen; dagegen empfiehlt sich das Instrument durch seine vielseitige Anwendbarkeit, wie durch seine Leichtigkeit: man kann dasselbe ganz bequem in der Tasche nachtragen.

c. Instrumente zum Nivelliren.

1. Die Kanalwage. Die Aufgabe eines jeden Nivellirinstrumentes besteht darin, eine genau horizontale Visirlinie oder Visirebene anzugeben. Bei der Kanalwage wird dieser Zweck durch eine Flüssigkeit (gewöhnlich ist es gefärbtes Wasser) erreicht, die in zwei (theilweise) durchsichtigen kommunizirenden Röhren (a c und b d)

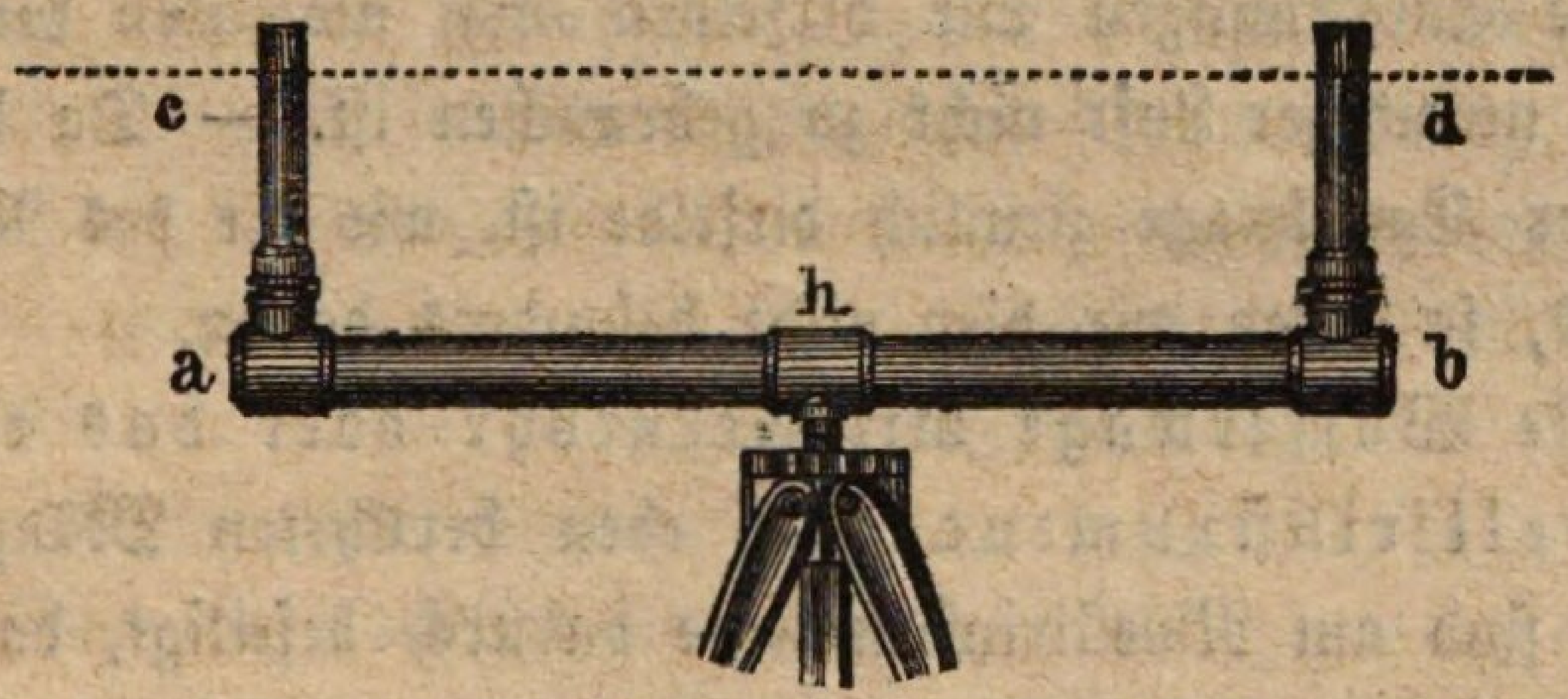


Fig. 75.

enthalten ist und deren Oberfläche in den beiden Röhren jederzeit in einer und derselben horizontalen Ebene enthalten ist. Das Instrument selbst besteht aus einer 3′—4′ (9—12 dm) langen Röhre (a b) von Weißblech, Messing oder Kupfer, die mit einer Hülse in der Mitte versehen ist, um auf einem Dreifuß- oder Stockstativ horizontal aufgestellt zu werden. In den an beiden Enden angebrachten, aufwärts gebogenen Röhrenstücken (von etwa 2″ oder 6 cm Länge) sind Glascylinder eingekittet, so daß der Stand der Flüssigkeit in denselben jederzeit gesehen werden kann. Beim Gebrauche wird das Instrument so aufgestellt, wie Figur 75 andeutet, daß die Metallröhre

(a b) nahezu horizontal, die Glasröhren (a c und b d) nahezu vertikal sind. Dann wird so viel gefärbtes Wasser hineingegossen, bis dasselbe einen Theil der Glascylinder ausfüllt.

Das Wasser wird gefärbt, damit man den Stand seiner Oberfläche besser sehe. Im Winter kann man demselben etwas Weingeist beifügen, um das Gefrieren zu verhindern. Die Flüssigkeit für die Kanalwage wird unter allen Umständen besser in einem besondern Blechgefäß nachgetragen und jedesmal beim Gebrauch eingefüllt.

Damit das Wasser in beiden Röhren sich gleich hoch einstelle, die Oberfläche desselben schön eben sei und durch das Glas deutlich und richtig gesehen werde; müssen die Glascylinder mindestens 1 Zoll (3 cm) weit, überall gleich dick und möglichst glatt sein. Beim Visiren sieht man übrigens besser nicht durch die Glascylinder, sondern an denselben vorbei und zwar bei beiden auf der gleichen Seite.

Einer besondern Verifikation bedarf die Kanalwage nicht. Neben diesem Vorzuge besitzt sie den doppelten Nachtheil, daß man auf größere Entfernungen mit derselben nicht nivelliren kann und daß sie bei unruhiger Luft nicht zu gebrauchen ist. — Da die Anwendung der Kanalwage ziemlich dieselbe ist, wie die des Nivellirinstrumentes, so reden wir hier nicht besonders davon.

2. **Die Wasserwage mit Fernrohr oder das eigentliche Nivellirinstrument.** Die eben berührten Mängel der Kanalwage sind am Nivellirinstrumente dadurch beseitigt, daß zum Visiren ein astronomisches Fernrohr dient, in welchem eine Visirlinie genau fixirt ist, und daß zur Beurtheilung der horizontalen Lage der Visirlinie eine Wasserwage (Libelle) benutzt wird, welche auch bei ziemlich starker Luftbewegung den Dienst nicht versagt, sofern das Instrument auf einem Dreifußstativ aufgestellt ist.

Der wesentlichste Bestandtheil an einer Wasserwage ist eine an beiden Enden zugeschmolzene inwendig ausgedrehte Glasröhre, deren Querschnitt einen Kreis, deren Längenschnitt zwei Abschnitte C D und E F einer Kreislinie zeigen würde. Diese Röhre wird vor ihrem Zuschmelzen mit Weingeist oder mit einer andern leichten Flüssigkeit so gefüllt, daß ein kleiner Theil des Raumes mit Dampf dieser Flüssigkeit (also nicht mit Luft) angefüllt ist.

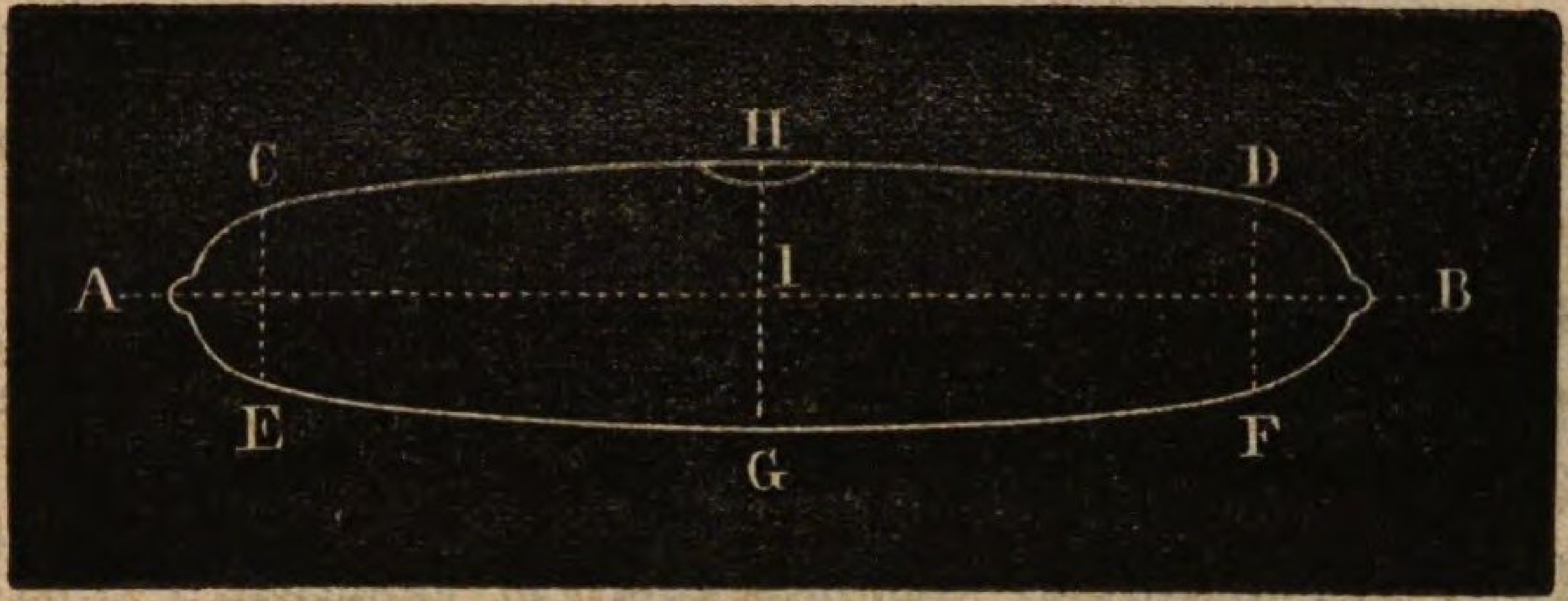


Fig. 76.

Da nun der Dampf der betreffenden Flüssigkeit leichter ist als diese selbst, so wird er — die sogenannte Luftblase — jederzeit die höchste Stelle der Röhre einnehmen. Wird nun die Röhre so aufgestellt, daß die Axe AB ihrer innern Oberfläche horizontal ist, so befindet sich dann die höchste Stelle des innern hohlen Raumes in der vertikalen Linie GH, welche die Drehungsaxe halbirt, also in unserer Zeichnung bei H. Diese Stelle ist auf der Röhre äußerlich durch zwei Striche kenntlich gemacht. Ist nun die Röhre so aufgestellt, daß die Blase sich zwischen jenen Strichen befindet oder einspielt, wie man gewöhnlich sagt, so kann umgekehrt auch geschlossen werden, die Axe der Wasserwage sei horizontal. — Für ihre Verwendung beim Nivellirinstrument ist diese Glasröhre in eine Messinghülse gefaßt, welche nur die oberste Stelle der Mitte sichtbar sein läßt und welche vermittelst Schrauben mit der Messingröhre des Fernrohrs befestigt werden kann (Fig. 77, mn).

Das Fernrohr des Nivellirinstruments enthält, wie jedes andere astronomische Fernrohr, 1) eine Objektivlinse, welche ein verkehrtes optisches Bild des anvisirten Gegenstandes in einer von der Entfernung des Gegenstandes abhängigen Entfernung von der Linse erzeugt; 2) ein in der Hülse des Objektivs verschiebbares Okular mit einer Vergrößerungslinse, welche das deutliche Sehen des optischen Bildes ermöglicht. Dazu kommt noch, dem speziellen Zwecke entsprechend, 3) ein sogenanntes Fadenkreuz. Das sind zwei senkrecht sich durchschneidende Spinnfäden, welche in der Okularröhre gerade da angebracht sind, wo das optische Bild des anvisirten Gegenstandes sich vorfinden muß, damit man es deutlich sehen könne. Wird nun das Fernrohr nach einem entfernten Gegenstande gerichtet und die Okularröhre so eingestellt, daß man das optische

Bild — scheinbar: den anvisirten Gegenstand — deutlich sieht; so tritt dann in dem Bilde auch das Fadenkreuz auf und verdeckt zwei scharfe Linien auf demselben: ihren Schnittpunkt kann man als die anvisirte Stelle des Objektes betrachten. Die angenommene Visirlinie ist diesfalls durch den Schnittpunkt des Fadenkreuzes und durch den optischen Mittelpunkt der Objektivlinse bestimmt.

Außer dem Fernrohre und der damit verbundenen Wasserwage gehören noch zu einem Nivellirinstrumente auch eine passende Verbindung des Fernrohrs mit einem, eine vertikale Drehungsaxe vorstellenden Zapfen, eine Hülse zu demselben, ein Dreifußstativ, um das ganze Instrument aufzustellen 2c.

Folgende Zeichnung zeigt in 1/4 der natürlichen Größe das Bild eines mittelgroßen, sehr zweckmäßigen Nivellirinstrumentes (aus der Werkstätte des Herrn J. Goldschmidt in Zürich). Die beiden,

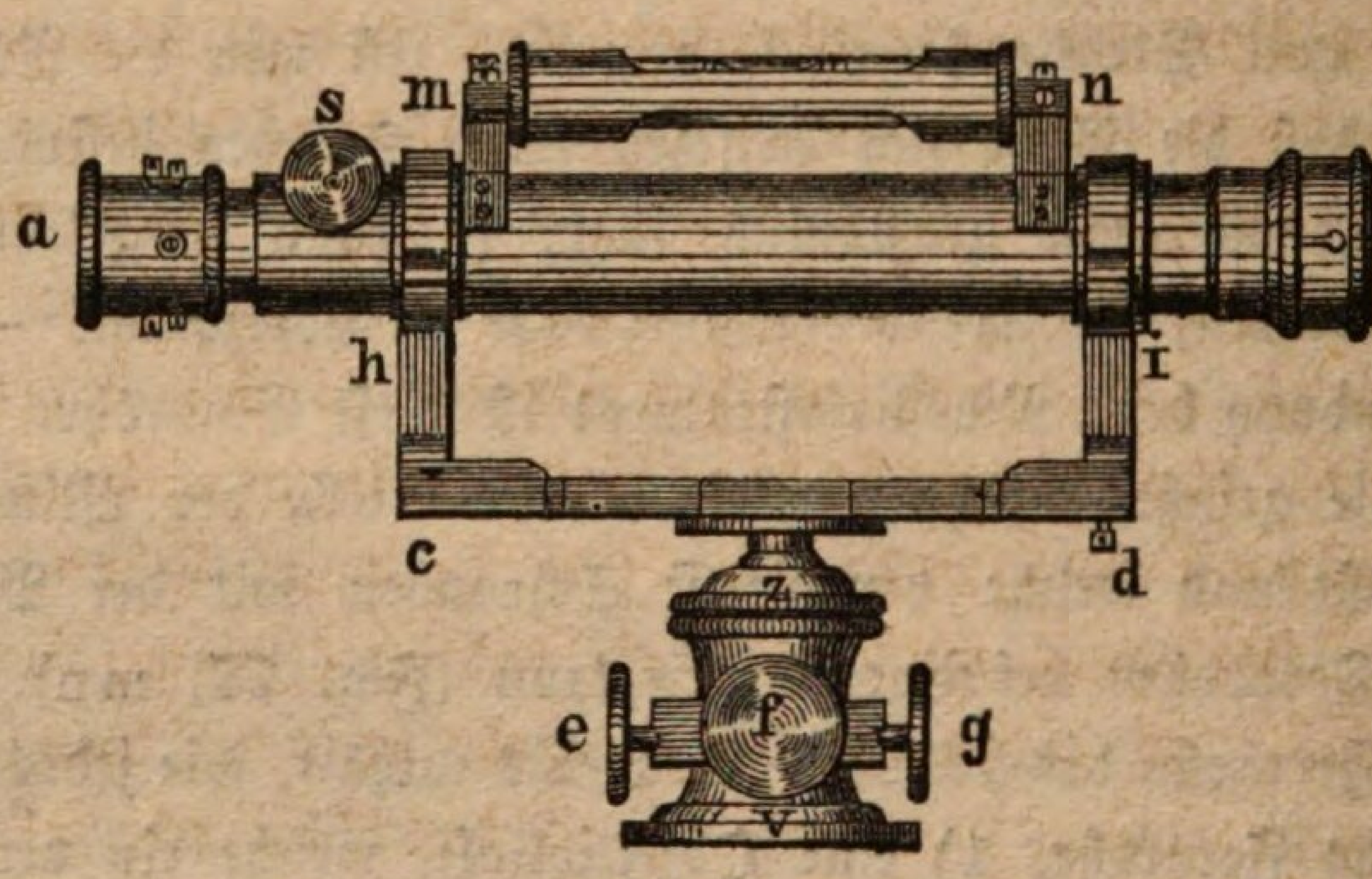


Fig. 77.

durch den horizontalen Balken oder Stab c d von Messing verbundenen Träger oder Stützen c h und d i dienen dem Fernrohr a b so zum Lager, daß es um seine Axe a b gedreht werden kann. Die Objektivlinse befindet sich auf der Seite von b; das durch ein Getriebe s verschiebbare Okular ist bei a. In der Nähe der Okularlinse befindet sich das Fadenkreuz; die Schraubenköpfe seiner Fassung sind auf der Oberfläche der Okularröhre oben und unten und zu beiden Seiten sichtbar. Die Libelle oder Wasserwage m n ist hier so in Messing gefaßt, daß die Glasröhre unten und oben sichtbar ist, was den Stand des Instrumentes auch dann zu beurtheilen

möglich macht, wenn durch Drehung des Fernrohrs die Wasserwage unter dasselbe zu liegen kommt. Auf der einen Seite kann die Fassung der Wasserwage gehoben und gesenkt, auf der andern seitwärts nach beiden Richtungen durch Schrauben bewegt werden, damit man ihr die richtige Lage zum Fernrohr geben könne. In der Mitte des Stabes cd ist ein Zapfen z angebracht, welcher (bei z) eine kugelförmige Erweiterung hat, dessen Spitze (zwischen e, f und g) in einem durchbohrten Würfel läuft und der in Folge dessen in der Hülse v eine Drehung des Fernrohrs um eine vertikale Axe möglich macht. Die Schrauben e, f, g und eine vierte in der Richtung von f befindliche (in der Zeichnung verdeckte) Schraube wirken so auf die würfelförmige Fassung jenes Zapfens, daß die Drehungsaxe genau vertikal gestellt werden kann.

Damit ein Nivellirinstrument seinem Zwecke — Angabe einer horizontalen Visirlinie — entsprechen könne, müssen folgende Bedingungen an ihm erfüllt sein, wovon man sich insbesondere vor dem ersten Gebrauche des Instrumentes und später dann und wann auf's Neue durch die entsprechenden Proben zu überzeugen hat:

1. Das Fernrohr muß eine deutliche Visirlinie enthalten, die unverändert nach dem gleichen Punkt zeigt, wenn das Fernrohr nicht bewegt wird.

Diese Bedingung wird durch die richtige Stellung des Fadenkreuzes erfüllt. Ist dieses nämlich zu nahe an der Okularlinse oder zu weit davon entfernt, und wird dann das Okular so gestellt, daß man z. B. die anvisirte Nivellirlatte recht deutlich sieht, so befinden sich dann die beiden Fäden entweder vor oder hinter dem optischen Bilde, was zur Folge hat, daß wenn das Auge des Beobachters sich hin und her oder auf und ab bewegt, der Schnittpunkt des Fadenkreuzes im Bilde seine Stelle zu ändern, beziehungsweise das Bild des anvisirten Gegenstandes sich zu bewegen scheint. (In Wirklichkeit trifft der Lichtstrahl vom Schnittpunkt des Fadenkreuzes zum Auge des Beobachters vorzu verschiedene Stellen des optischen Bildes.) In diesem Falle wäre das Instrument fehlerhaft; denn es gäbe uns für dieselbe Stellung des Fernrohrs eine ganze Anzahl von Visirlinien.

Wie man ein Fernrohr mit Rücksicht auf diese Bedingung zu prüfen hat, ist aus dem Gesagten leicht ersichtlich. Man stellt das Instrument fest auf, visirt einen gut beleuchteten Gegenstand an und stellt das Okular so, daß man das optische Bild scharf und gut sieht. Dann bewegt man — ohne am Instrument irgend etwas weiter zu ändern — das Auge auf und ab oder hin und her und giebt Acht, ob das Bild ruhig zu bleiben scheint oder nicht. Im ersten Fall ist das Instrument richtig, im andern Fall muß es erst berichtigt werden. In welchem Sinne diese Berichtigung stattzufinden hat: ob durch Annäherung des Fadenkreuzes an's Okular oder durch Entfernung von demselben, das erkennt man leicht aus der bei dem vorhin genannten Versuche auftretenden scheinbaren Bewegung. Geht das Bild mit dem Auge, so sind Fadenkreuz und Okular zu nahe bei einander; ist die Bewegung des Bildes der des Auges entgegengesetzt, so sind Fadenkreuz und Okular zu weit aus einander. Die Berichtigung des Fehlers kann auf doppelte Weise geschehen: durch Verschiebung des Okulars oder durch Verschiebung des Fadenkreuzes. Bei neuern Instrumenten ist das Fadenkreuz in dieser Beziehung fest und das Okular verschiebbar, was besser ist.

2. Die Visirlinie des Fernrohrs muß unverändert bleiben, also nach dem gleichen Punkte zeigen, wenn dasselbe in seinen Lagern gedreht wird — oder: die optische Axe des Fernrohrs und die Drehungsaxe desselben müssen zusammenfallen.

Diese Bedingung muß insbesondere an größere Instrumente gestellt werden, von welchen eine möglichst große Genauigkeit gefordert wird, damit bei einer allfälligen Drehung des Fernrohrs in seinen Lagern die einmal horizontal gestellte Visirlinie ihre horizontale Richtung beibehalte. Ob das Instrument diese Bedingung auch erfüllt, ist nur dann zu erfahren möglich, wenn das Fernrohr in den Lagern drehbar ist. In diesem Falle wird das Instrument aufgestellt und das Fernrohr so nach einem gut beleuchteten Gegenstand gerichtet und eingestellt, daß man das Bild desselben deutlich sieht. Sodann dreht man das Fernrohr sachte in den Lagern um und sieht nach, ob der Schnittpunkt des Fadenkreuzes stets dieselbe

Stelle des Bildes deckt oder nicht. Im ersten Fall ist das Instrument richtig; im zweiten Fall kann es dadurch berichtigt werden, daß das Fadenkreuz mit Hülfe der, seine Fassung haltenden Schrauben seitlich verschoben wird. Nach welcher Richtung dies zu geschehen hat, kann der Linie, welche der Schnittpunkt des Fadenkreuzes auf dem optischen Bilde beschreibt, ohne Mühe entnommen werden.

3. Die Visirlinie des Fernrohrs und die Drehungsaxe der Wasserwage müssen parallel sein, beziehungsweise: die Visirlinie des Fernrohrs muß horizontal sein, wenn die Blase der Wasserwage einspielt.

Diese Forderung muß deßhalb an ein Nivellirinstrument gestellt werden, weil man beim Gebrauch desselben jederzeit aus dem Einspielen der Luftblase der Wasserwage den Schluß muß ziehen können, daß die Visirlinie horizontal ist. — Hat man ein Fernrohr, das in seinen Lagern gedreht werden kann, so wird die hiefür nothwendige Prüfung vorgenommen, indem man das Instrument fest aufstellt und die Wasserwage zum Einspielen bringt. Sodann dreht man sachte und ohne den Stand des Instrumentes irgendwie zu ändern das Fernrohr in seinen Lagern nach rechts und nach links und beobachtet die Bewegung der Luftblase der Wasserwage. Es können dann drei Fälle vorkommen.

1. Fall. Die Luftblase giebt keinen Ausschlag, d. h. sie verharrt in der Mitte der Glasröhre. In diesem Fall ist das Instrument richtig und bedarf in dieser Beziehung keiner weitern Prüfung.

2. Fall. Die Blase zeigt bei entgegengesetzten Drehungen einen Ausschlag und zwar immer nach derselben Seite. Dieser Umstand beweist, daß die Axe der Wasserwage und die des Fernrohrs zwar in derselben Ebene liegen, aber sich schneiden. Wenn demnach die erste horizontal ist, ist die andere geneigt: die Visirlinie ist zum Horizont geneigt, wenn die Blase einspielt. Der Fehler kann in diesem Falle dadurch gehoben werden, daß die Fassung der Wasserwage auf der einen Seite vermittelst der dafür angebrachten Schrauben gehoben oder gesenkt wird, je nach der Seite, nach welcher der Ausschlag stattfindet.

3. Fall. Bei entgegengesetzt gerichteten Drehungen zeigt die

Blase einen Ausschlag nach entgegengesetzter Richtung. In einem solchen Falle kreuzen sich die beiden Axen und die horizontale Stellung der Axe der Wasserwage ist nicht nothwendig ein Beweis einer gleichen Richtung für die Visirlinie. Die Berichtigung kann dadurch stattfinden, daß die Wasserwage auf der einen Seite vermittelst der dazu angebrachten Schrauben seitwärts verschoben wird. (Unter Umständen muß sie auch noch gehoben oder gesenkt werden, was aber erst nach der seitlichen Verschiebung stattfinden darf.)

Hat man aber ein Fernrohr, das in seinen Lagern fest ist, so kann die für die dritte Forderung nothwendige Prüfung nur dadurch ausgeführt werden, daß man mit dem Instrument den Höhenunterschied zweier Punkte in doppelter Weise bestimmt und die Resultate vergleicht. Gleiche Resultate beweisen die Richtigkeit des Instrumentes, ungleiche das Gegentheil davon. — Man stellt das In-

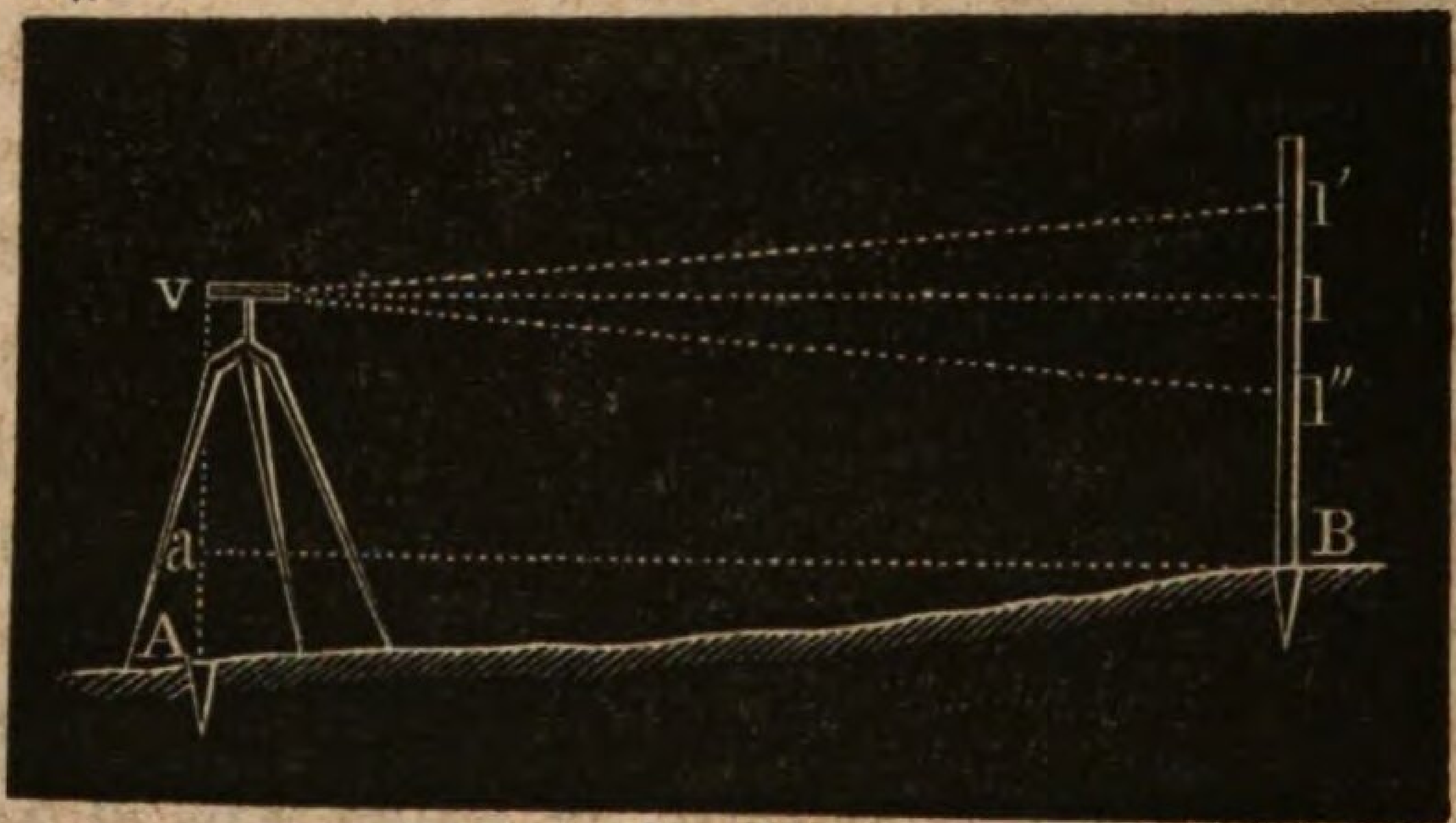


Fig. 78.

strument in einem Punkte A auf und bringt die Blase der Wasserwage zum Einspielen. Sodann mißt man die Instrumentenhöhe A v von der Mitte des Okulars bis zum gegebenen Punkte. In einem 50′—60′ entfernten Punkte B läßt man durch einen Gehülfen die Nivellirlatte vertikal halten, visirt und bestimmt die Lattenhöhe, die entweder richtig (B l) oder unrichtig (B l′ oder B l″) ausfallen kann: sie ist richtig, wenn die Visirlinie v l horizontal ist; unrichtig, wenn dieselbe zu hoch (v l′) oder zu tief geht (v l″). Die gefundene Lattenhöhe, die wir vorläufig B C heißen wollen, subtrahiren wir von der gemessenen Instrumentenhöhe und erhalten für den Höhenunterschied der beiden Punkte A a den Werth A v — B C = u_1. Nun stellen wir das Instrument in B auf, die Nivellirlatte in A

und wiederholen die obengenannten Messungen. Angenommen, die Lattenhöhe sei AD, die Instrumentenhöhe Bv', so ist dann der Höhenunterschied AD — Bv' $= u_2$. War das Instrument richtig und seine Visirlinie in beiden Fällen horizontal, so muß auch $u_2 = u_1$ sein. Finden wir aber eine Differenz zwischen diesen beiden Größen, so ist das Instrument unrichtig, und zwar ist der begangene Fehler $f = \frac{1}{2}(u_1 - u_2)$, nämlich gleich der Hälfte dieser Differenz, weil der Fehler bei beiden Messungen in gleicher Weise begangen worden. Aus der Beschaffenheit des Fehlers wird man nun ermitteln, ob die Visirlinie zu hoch oder zu tief geht, und dann darnach die Berichtigungen der Libelle vornehmen. Diese erhält man am schnellsten, wenn man durch Hebung oder Senkung der Visirlinie den Fehler berichtigt (an der Latte zu beobachten!) und dann die Wasserwage durch Hebung oder Senkung ihrer Fassung (bei unverändertem Stande des Fernrohrs) auch wieder zum Einspielen bringt.

4. Die Visirlinie des Fernrohrs muß auf der (vertikalen) Drehungsaxe des Instrumentes senkrecht stehen.

Diese Bedingung muß das Instrument erfüllen, damit man nöthigenfalls, ohne weitere Berichtigungen am Instrumente vorzunehmen, von einer Stelle aus nach verschiedenen Richtungen nivelliren könne. Gewöhnlich sind die Instrumente nicht so konstruirt, daß diese Bedingung ohne weiteres erfüllt wäre, sondern bei jeder Aufstellung sucht man sie zu erzielen. Ist das Instrument in Bezug auf die vorhin besprochenen Forderungen geprüpft und nöthigenfalls berichtigt worden, so kann bei der Aufstellung des Instrumentes die für die 4te Forderung nothwendige Prüfung vorgenommen werden, indem man die Wasserwage zum Einspielen bringt und dann das Fernrohr möglichst genau um 180° um die vertikale Drehungsaxe (Zapfen) dreht. Spielt die Blase nach der Drehung noch ein, so ist das Instrument auch in dieser Hinsicht richtig; wo nicht, so ist der Fehler zur Hälfte am Zapfen (Schrauben efg) und zur Hälfte am Träger des Fernrohrs (Schraube d) zu berichtigen — nicht aber etwa an der Wasserwage oder gar am Fadenkreuz!

Insbesondere zu Handen der Anfänger sei aus-

drücklich gesagt, daß die Verifikationen des Nivellirinstrumentes in der hier gegebenen Reihenfolge vorgenommen sein wollen, wenn man nicht jeweilen durch eine zweite Prüfung das wieder fehlerhaft machen will, was man durch eine erste Probe berichtigt zu haben glaubte!

II. Ausführung von Höhenmessungen und Nivellements.

a. Das Höhenmessen mit Stäben.

Wenn man die Höhe eines Baumes oder eines derartigen Gegenstandes ohne eigentliches Höhenmeßinstrument ermitteln will, kann das mit Hülfe zweier Stäbe oder Stangen in folgender Weise geschehen.

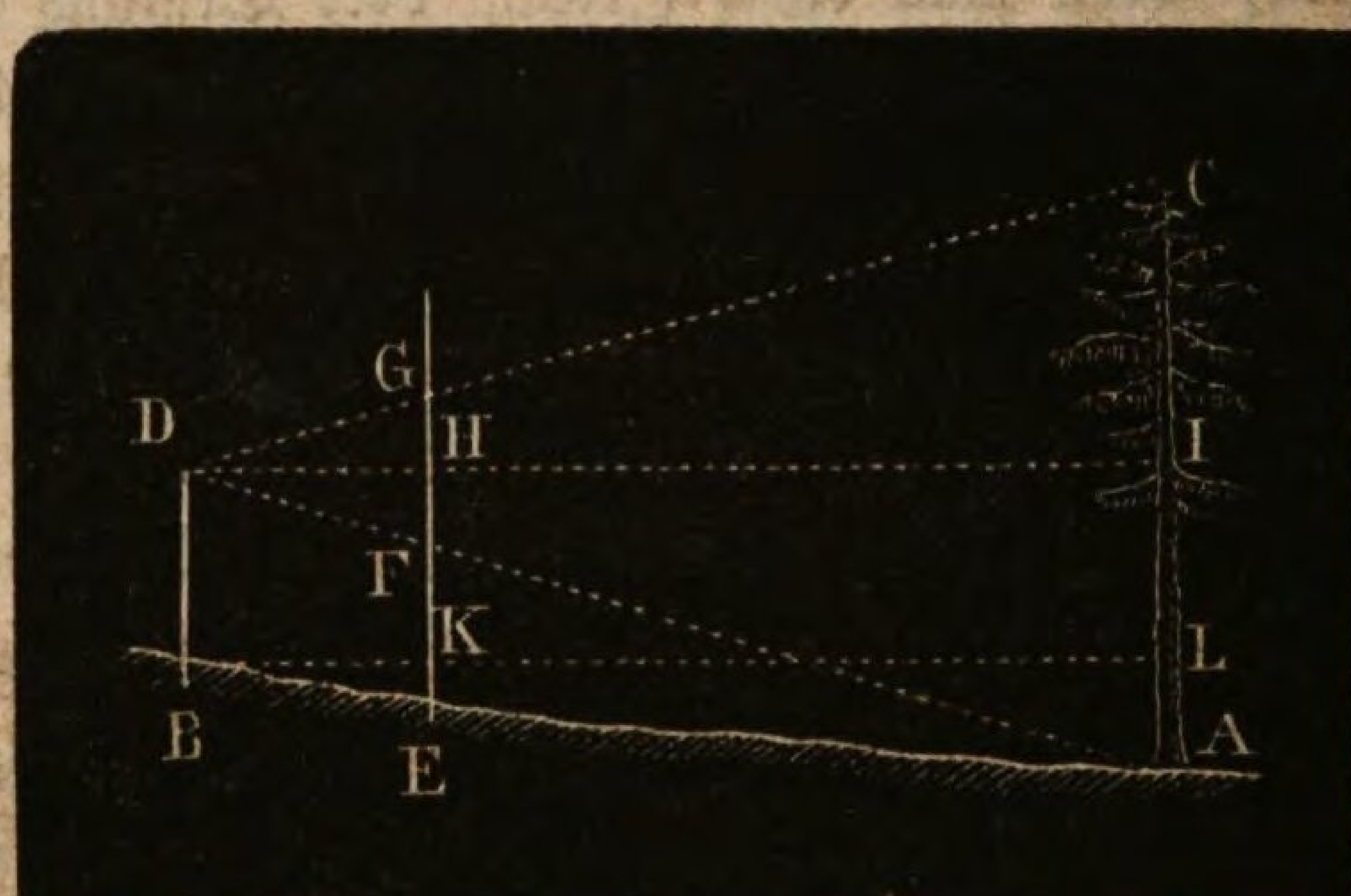


Fig. 79.

Vom Fuße A des Baumes aus mißt man (in horizontaler Richtung) eine Standlinie A B (horizontale Länge B L oder D I) ungefähr so lang oder etwas länger als die zu messende Höhe. Sodann stellt man in B einen Stab B D von ungefähr 5′ Höhe vertikal auf und in der vorher gemessenen Entfernung B K den längern Sab E G, der in Zolle und halbe Zolle eingetheilt sein sollte. Visirt man nun über die Spitze D des Stabes C D nach dem Fußpunkt A und nach der Spitze C des Baumes, und beobachtet man dabei die Punkte F und G, in welchen der Stab E G von den Visirlinien getroffen wird, so erhält man in den Längen DH = BK, DI = BL, und F G die Maße zur Berechnung von A C.

Denn, weil die Dreiecke ADC und FDG ähnlich sind, erhält man die Proportion:

$$AC : FG = BL : BK$$

woraus

$$AC = BL \frac{FG}{BK}$$

Hat man z. B. die (horizontale) Länge der Standlinie AB zu 90 Fuß abgesteckt. Die Stäbe BD und EK in einer Entfernung von 10 Fuß aufgestellt und dann FG = 6′ 7″ beobachtet, so erhält man die Höhe des Baumes

$$AC = 90 \frac{6{,}7}{10} \text{ Fuß} = 60{,}3 \text{ Fuß}.$$

Zuweilen kommt es bei diesen Höhenmessungen vor, daß man nicht bis zu dem Fuße eines Baumes die Standlinie direkt messen kann, indem z. B. ein Bach oder Felsen dies verhindert. In einem solchen Falle kann man entweder die Länge der Standlinie nach dem Hülfsverfahren bestimmen, das wir früher angegeben haben, worauf die Lösung der Aufgabe die vorhin bezeichnete bleibt, oder man kann auch folgendermaßen zu Werke gehen. Es werden in angemessener Entfernung vom Baume die Stäbe BD und EF aufgestellt, und

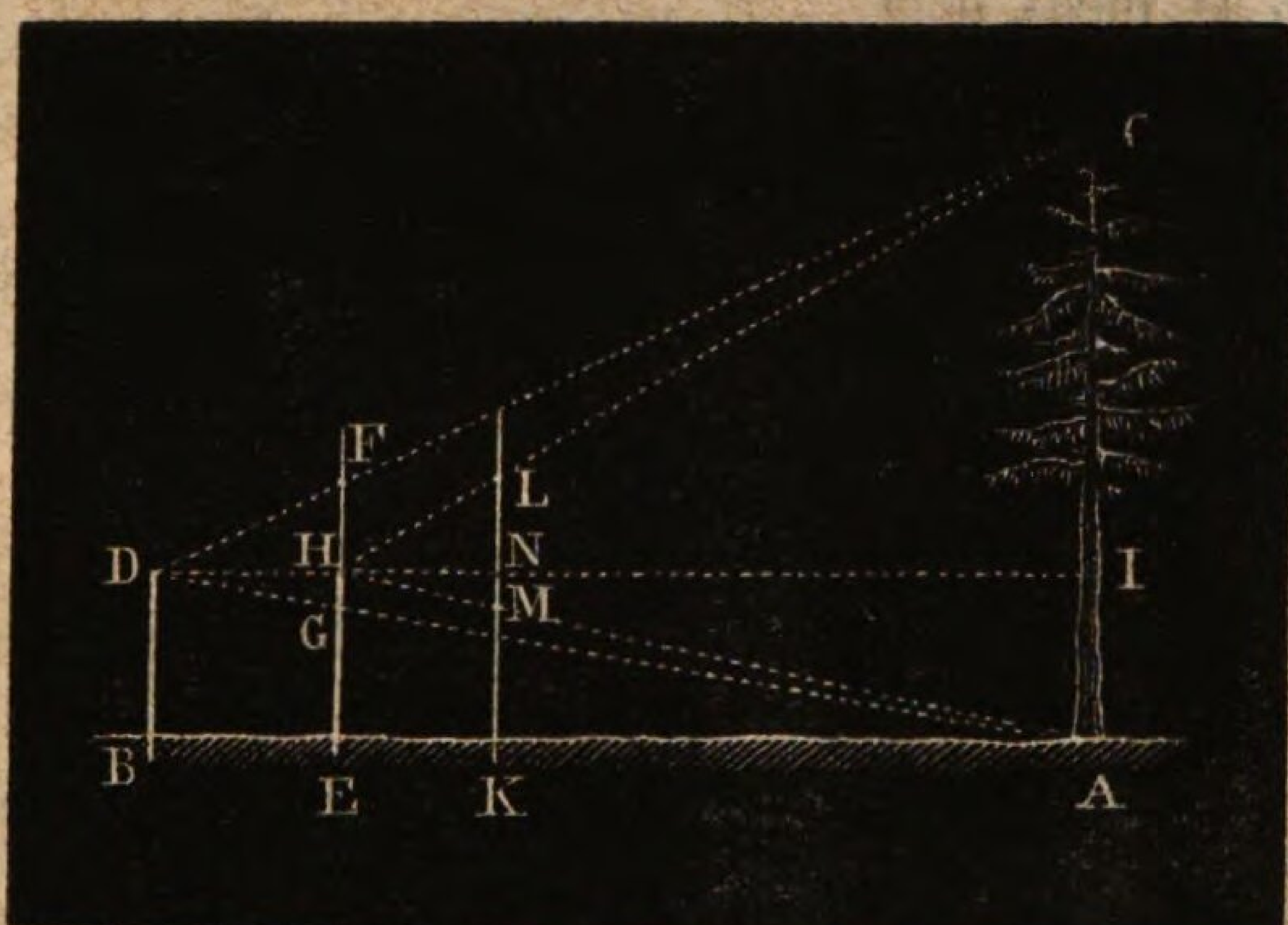


Fig. 80.

nachdem ihr Horizontalabstand DH gemessen, wird über D nach C und A visirt und so die Länge FG bestimmt. Setzen wir nun die (unbekannte Länge DI = x, DH = a, FG = s und AC = h, so ist unter Anwendung obiger Proportion:

$$AC = h = x \frac{s}{a}$$

Stellt man nun den Stab BD in E und die Stange EF in K auf und wiederholt obgenannte Messung; setzt man ferner HN $= b$, LM $= t$, und beachtet man, daß HI $=$ DI $-$ DH $= x - a$ ist; so ergiebt sich nun zur Bestimmung von AC:

$$h = (x - a) \frac{t}{b}$$

Da nun die so gefundenen Werthe von h einander gleich sein müssen, erhält man:

$$x \frac{s}{a} = (x - a) \frac{t}{b}$$

woraus: $$bsx = atx - a^2 t$$

oder: $$atx - bsx = (at - bs)\, x = a^2 t$$

und $$x = \frac{a^2 t}{at - bs}$$

Setzt man diesen Werth von x in die zuerst gefundene Formel für h ein, so findet man

$$h = x \frac{s}{a} = \frac{a^2 t}{at - bs} \cdot \frac{s}{a} = \frac{ast}{at - bs}$$

oder, indem wir wieder die Bezeichnungen unserer Figur einführen:

$$AC = \frac{DH \cdot FG \cdot LM}{DH \cdot LM - HN \cdot FG}$$

Somit ist die Länge AC in Größen ausgedrückt, die alle gemessen werden können, ohne daß zum Baume selbst hätte gemessen werden müssen.

Hätte man z. B. DH $= 10'$, HN $= 8'$ abgesteckt und dann FG $= 6'$ und LM $= 6'\,1''$ beobachtet, so würde:

$$AC = \frac{10 \times 6 \times 6{,}1}{10 \times 6{,}1 - 8 \times 6} \text{ Fuß} = 28{,}1 \text{ Fuß}.$$

Bei Lösung dieser Aufgaben ist es, wie man sieht, gleichgültig, ob die Standlinie (AB) an sich steigt oder fällt oder horizontal ist, sofern man nur immer den horizontalen Abstand der betreffenden Punkte ermittelt und in Rechnung bringt.

b. Das Höhenmessen mit der Quadrattafel.

Es wird der Gebrauch dieses Instrumentes für die verschiedenen Fälle, die vorkommen können, am besten erhellen, wenn wir die hauptsächlichsten davon getrennt behandeln.

1. Fall. Man kann vom Fußpunkte des Baumes (oder sonstigen Gegenstandes) weg eine an sich horizontale Standlinie abstecken und messen.

Sei für diesen Fall AC die zu messende Höhe und AB die abgesteckte und gemessene Standlinie. Nun stellen wir in B die Quadrattafel so auf, daß ihre Ebene vertikal und in Richtung der Standlinie orientirt ist. Sodann drehen wir sie so um die horizontale Axe, daß die Senkelschnur mit einer Quadratseite genau zusammenfällt, die Visirebene also horizontal ist. Dann visiren wir bei unveränderter Lage des Instrumentes nach dem Baume und merken uns die Stelle, in welcher die Visur eintrifft, damit wir das Stück des Baumes unterhalb dieser Visur besonders messen und in Rechnung bringen können. Nachdem dies geschehen, wird die Tafel sorgfältig um ihre horizontale Axe gedreht, bis die Visirebene genau nach der Spitze des Gegenstandes zeigt. Hierauf werden an der Seite cd der Quadrattafel so viele Einheiten angenommen, als die Standlinie Maßeinheiten (Fuße) hat, worauf die durch den Endpunkt e (auf cd) gehende Parallele ef zur Visirebene, bis zur Senkelschnur gemessen, die gesuchte Höhe giebt. (Man vergleiche Seite 84). Zu der so gefundenen Höhe muß dann noch das Stück des Baumes gerechnet werden, das unter der horizontalen Visur sich befindet und das bei horizontaler Standlinie sehr nahe gleich der Instrumentenhöhe ist.

2. Fall. Der Fußpunkt des Baumes ist tiefer als der Endpunkt der Standlinie (tiefer als der Standpunkt des Instrumentes).

Für diesen Fall ist das Verfahren zunächst dasselbe, wie für den ersten Fall, indem man nach Erstellung der horizontalen Visur die Höhe desjenigen Theiles vom Baume bestimmt, der sich ob jener Visur befindet. Zur Bestimmung des unter derselben befindlichen Stückes wird nun das Senkblei in die bei b befestigte Senkelschnur

eingehängt und die Tafel sodann sachte gedreht, bis man nach dem Fußpunkt des Baumes visiren kann. Alles weitere dieser „Tiefenmessung" ergiebt sich dann ohne Mühe aus dem oben und früher über Einrichtung und Gebrauch der Quadrattafel Gesagten. Daß die Baumhöhe unter und die ob der horizontalen Visur in diesem Falle zu addiren sind, um die ganze Baumhöhe zu erhalten, ist besonders zu bemerken wohl nicht nöthig.

3. Fall. Der Fuß des Baumes liegt höher als der Endpunkt der Standlinie (Standort des Instrumentes).

Nachdem die Standlinie (die Horizontaldistanz ihrer Endpunkte) gemessen worden, wird zuerst nach Anleitung des ersten Falles bestimmt, um wie viel Fuß höher als der Standort des Instrumentes der Fußpunkt des Baumes ist. Sodann ermittelt man in ähnlicher Weise die Höhe der Spitze des Baumes ob dem Standorte des Instrumentes und subtrahirt schließlich diese Höhen von einander, um die gesuchte Baumhöhe zu erhalten.

Andere Fälle, die noch vorkommen können, lassen sich mit Hülfe dieser Andeutungen leicht erledigen. Sollte die Höhe eines Gegenstandes zu messen sein, der nicht zugänglich ist, so muß vorher die Länge der Standlinie durch ein Hülfsverfahren gefunden werden, wozu das Nähere auf Seite 43 u. ff. nachzulesen ist.

c. Das Höhenmessen mit der Meßtafel von Preßler.

Bei Ausführung dieser Arbeit mit der Meßtafel von Preßler ist das Verfahren ganz analog demjenigen mit der Quadrattafel. Legen wir der Erläuterung den Fall zu Grunde, bei dem der Standort des Beobachters mit dem Fußpunkt des Baumes nahezu in einer Horizontalen liegt, so wird sich der Beobachter, nachdem er die Standlinie gemessen, am Ende derselben so aufstellen, daß sein Auge vertikal ob dem Endpunkte zu liegen kommt. Hierauf wird zuerst die horizontale Visur genommen, um die mit dem Auge in gleicher Höhe liegende Stelle des Baumes zu bestimmen; sodann wird nach der Spitze visirt und der Höhenwinkel so wie die zugehörige Zahl (Tangente) abgelesen. Wird die Standlinie mit dieser Zahl multi-

plizirt und das Produkt durch 100 dividirt, so erhält man die gesuchte Höhe (von der horizontalen Visur bis zur Spitze). — Auch beim Gebrauche der Meßtafel ist es rathsam, die Standlinie wenigstens so lang wie die Höhe des Gegenstandes zu nehmen.

Beispiele. Betrug die Standlinie 80′, der Höhenwinkel 35°, also die zugehörige Tangentenzahl 70, so beträgt die Höhe 56′. Hatte man eine Standlinie von 50′ gemessen und einen Winkel von 30° mit der Tangentenzahl 58 beobachtet, so ergiebt sich die Höhe zu 29′.

Daß man auch beim Höhenmessen Fehler begehen kann (abgesehen von denjenigen, die von der Ungenauigkeit der Instrumente herrühren), ist wohl nicht erst zu beweisen nothwendig. Daher muß man auch hier seine Arbeiten kontroliren und verifiziren. Für alle Höhenmessungen besteht die Kontrole ganz einfach darin, daß man eine Aufgabe, die man mit Anwendung einer gewissen Standlinie gelöst hat, unter Anwendung einer andern Standlinie nochmals löst.

So oft man dem Ergebniß einer Höhenmessung irgendwie Werth beilegen muß, hat man von der eben genannten Kontrole seiner Arbeit Gebrauch zu machen.

d. Das Nivelliren von Linien.

Da die Ausführung eines Nivellements mit den verschiedenen Instrumenten, welche horizontale Visuren geben, nur insofern Unterschiede aufweist, als das eine Instrument, unbeschadet der Genauigkeit, längere Visuren gestattet als das andere, im Uebrigen aber das Verfahren immer dasselbe bleibt; so theilen wir die Arbeiten des Nivellirens nicht nach den Instrumenten, sondern nach der Beschaffenheit der Arbeiten selbst ein. Wir sprechen zunächst davon, wie Linien nivellirt werden, und reden später von dem Nivellement von Flächen.

Bevor eine Linie (Straßenzug, Bach u. dgl.) nivellirt wird, muß dieselbe ausgesteckt werden, d. h. es müssen diejenigen Punkte, deren relative Höhe gefunden und angegeben sein soll, bezeichnet sein. Diese Bezeichnung geschieht am besten dadurch, daß man einen runden, etwa fußlangen Pflock „bodeneben" an der betreffenden Stelle in den Boden eintreibt und daneben einen mit Nummer ver-

sehenen Meßpflock (Seite 80) aufstellt, dies damit man die Punkte im Verzeichniß und im Profil von einander unterscheiden könne. Welche Punkte allemal auf die Weise zu bezeichnen sind, das hängt von dem besonderen Zwecke des Nivellements ab und kann hier nicht Gegenstand weiterer Besprechung sein.

Beim Nivellement einer Linie handelt es sich immer um die Bestimmung des Höhenunterschiedes zweier oder mehrerer aufeinander folgenden Punkte. Letztere Aufgabe wird aber gelöst, indem man die erstere wiederholt löst. Was nun die praktische Bestimmung des Höhenunterschieds zweier und mehrerer aufeinander folgenden Punkte betrifft, so kann die auf dreifache Weise ausgeführt werden: durch Nivellement aus den Enden, aus der Mitte und durch ein aus der Kombination dieser beiden bestehendes Verfahren.

1) Das Nivellement wird aus den Enden ausgeführt, indem man das Nivellirinstrument bei dem einen Punkte A, die Nivellir-

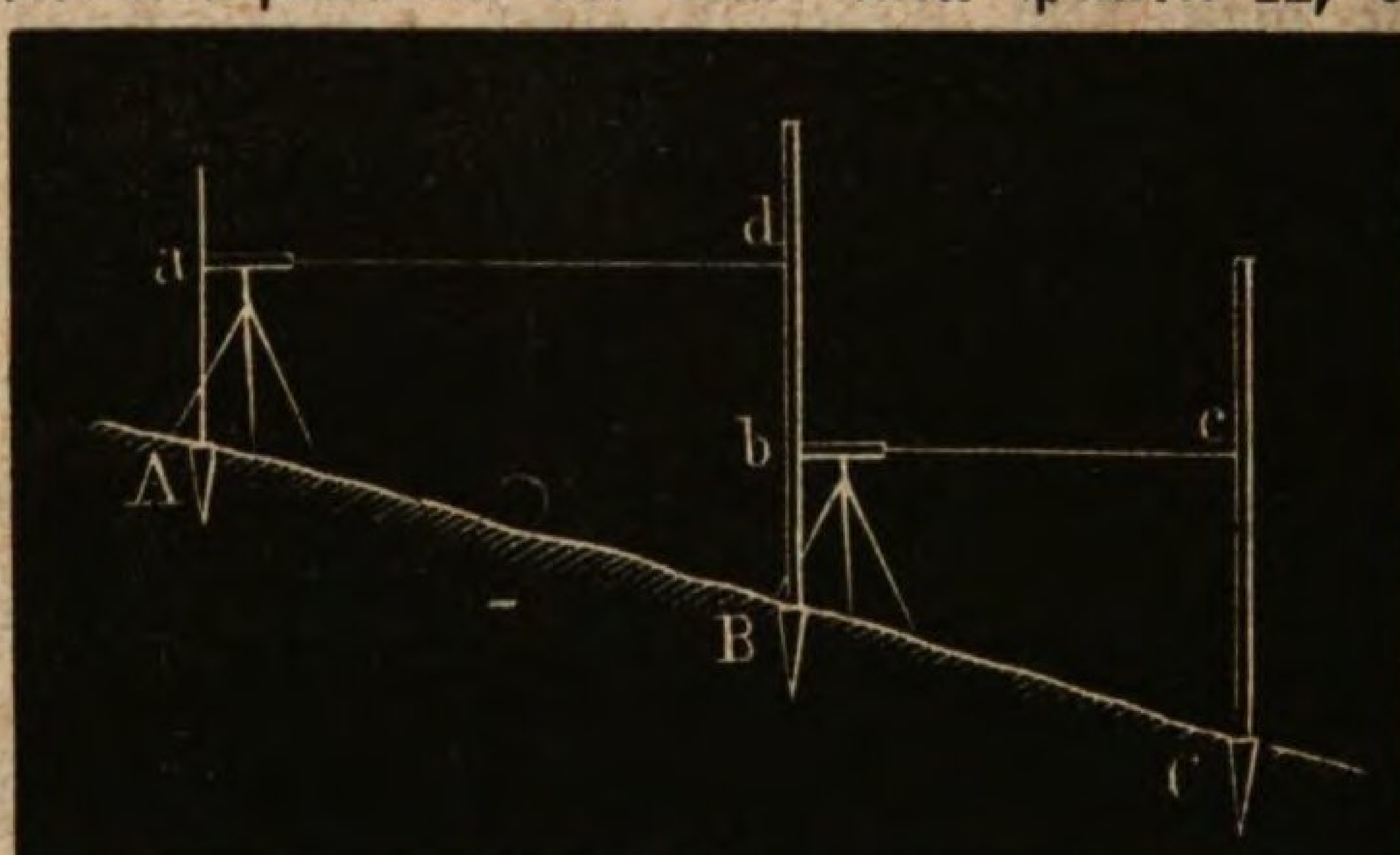


Fig. 81.

latte in dem zweiten Punkte B aufstellt und mit Hülfe der horizontalen Visirlinie a d die Lattenhöhe B d und die Instrumentenhöhe A a bestimmt; sodann das Instrument im zweiten Punkte B, die Nivellirlatte im dritten Punkte C aufstellt und Lattenhöhe C c und Instrumentenhöhe B b ermittelt u. s. w. Die Höhendifferenzen sind dann:

für A und B $\qquad h_1 = Bd - Aa$

für B und C $\qquad h_2 = Cc - Bb$ u. s. w.

2) Beim Nivelliren aus der Mitte wird das Instrument jeweilen nicht in den zu nivellirenden Punkten selbst, sondern mög-

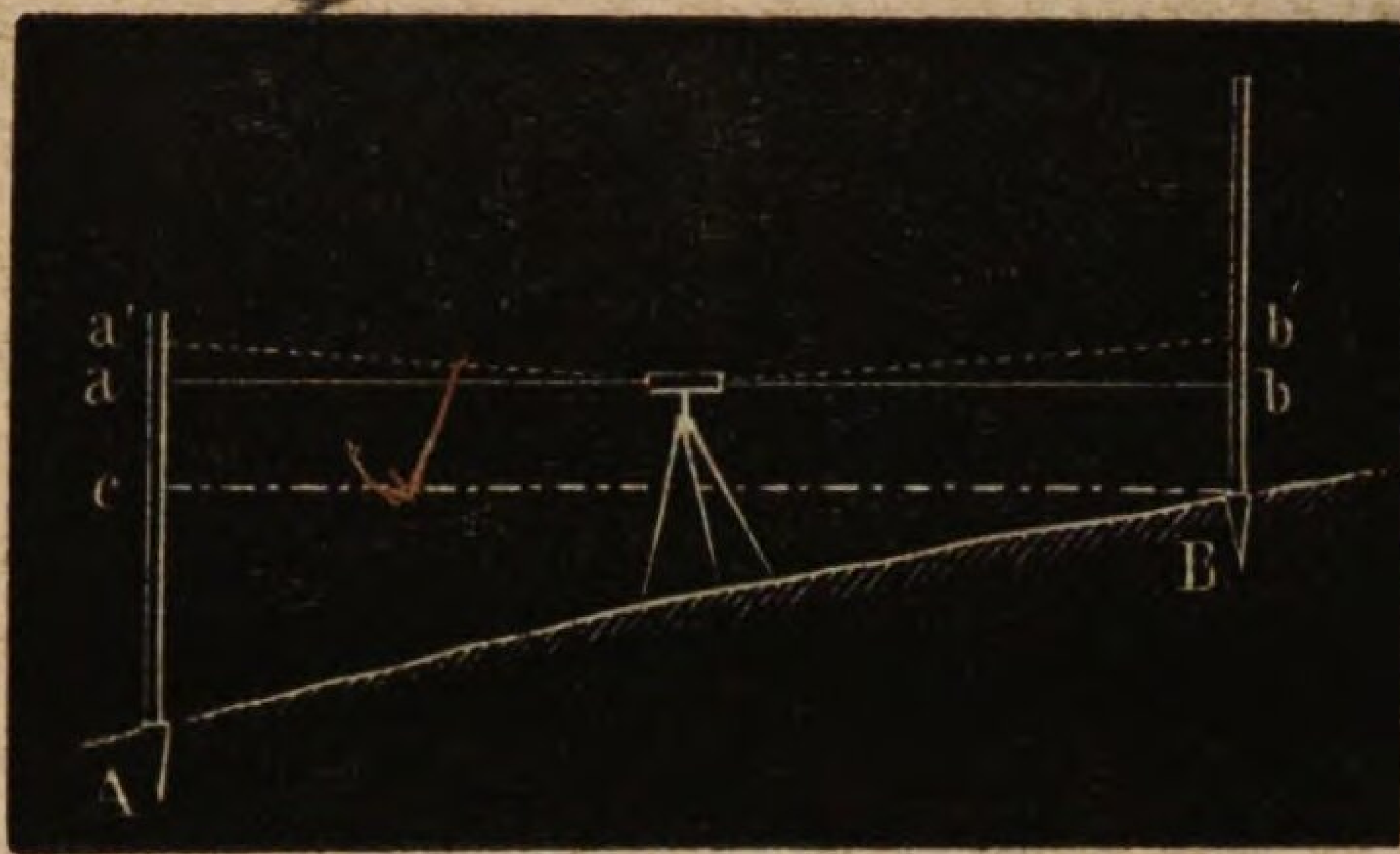


Fig. 82.

lichst in der Mitte ihrer Verbindungslinie aufgestellt. Die Instrumentenhöhe braucht in diesem Falle nicht gemessen zu werden; dagegen muß die Nivellirlatte in beiden Punkten aufgestellt und muß auch nach beiden Richtungen visirt werden. Die Subtraktion der Lattenhöhen A a und B b von einander giebt den Höhenunterschied der beiden Punkte.

$$h_1 = Aa - Bb = Ac.$$

Dieses Verfahren bietet namentlich den doppelten Vortheil, daß man längere Stationen machen, d. h. nöthigenfalls die Punkte (A und B) in größerer Entfernung von einander wählen kann, und daß kleine Unrichtigkeiten des Instrumentes ohne Einfluß bleiben. Denn, wenn das Instrument möglichst genau in der Mitte zwischen den zu nivellirenden Punkten aufgestellt ist und die Visirlinie beim Visiren nach rechts statt nach b nach b', also um bb' zu hoch zeigt, so wird sie beim Visiren nach links — bei gleicher Einstellung der Wasserwage — um dasselbe Stück aa' zu hoch zeigen, und der Unterschied der Lattenhöhen wird derselbe sein ($Aa - Bb = Aa' - Bb'$). Aehnlich verhält sich die Sache, wenn die Visirlinie nach unten geneigt ist.

3) Diese beiden Methoden zu nivelliren gewähren indessen beide keine Kontrole darüber, daß sich nicht etwa grobe Versehen und Unrichtigkeiten in die Arbeit einschleichen, weßhalb ein gewissenhafter Arbeiter sich damit nicht befriedigt fühlen kann und ein Verfahren aufsuchen muß, das ihm die nöthige Garantie für die Richtigkeit seiner Arbeit darbietet. Ein solches besteht nun in einer passenden Kombination der genannten Methoden. Das Instrument wird in

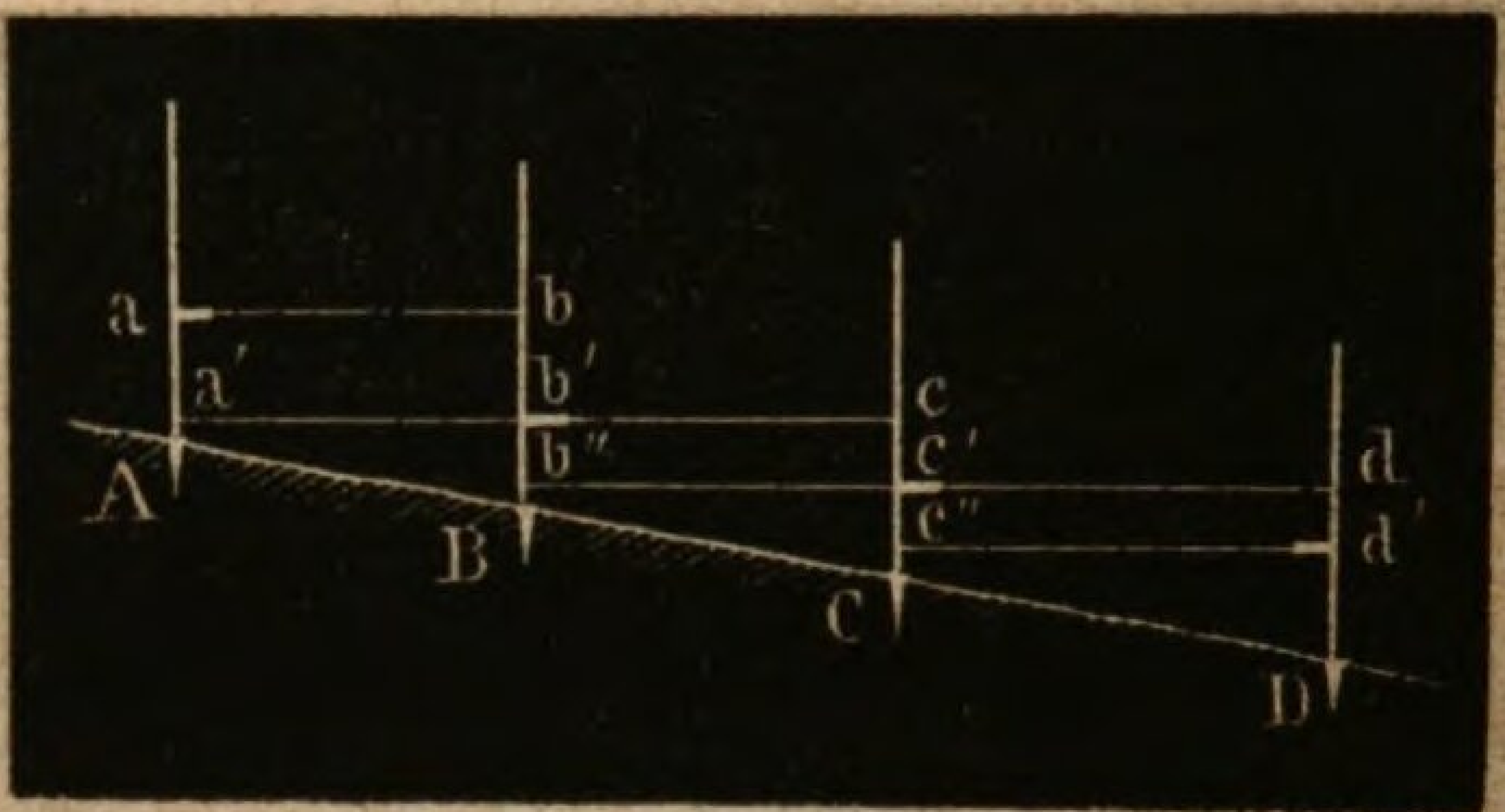


Fig. 83.

jedem Punkte A, B, C D ... der zu nivellirenden Linie aufgestellt; in jedem Punkte wird die Instrumentenhöhe (bis zur Mitte des Okulars) sorgfältig gemessen (A a, B b', C c', D d' ...) und ebenso wird von jedem Punkte aus vor- und rückwärts visirt, also für A die Visur a b, für B die Visur a' b' c, für C die Visur b'' c' d u. s. w. genommen, und die betreffenden Lattenhöhen A a', B b und B b'', C c und C c'' u. s. w. aufgeschrieben. So erhält man eine Reihe von Zahlenangaben, aus welchen der Höhenunterschied der einzelnen Punkte mindestens auf doppelte Art berechnet werden kann. Bei Benutzung dieses Verfahrens können sich nicht wohl Fehler in die Arbeit einschleichen, sowie auch die Richtigkeit des Instrumentes bei diesem Verfahren sicher erprobt wird.

e. Einrichtung und Führung des Manuals.

Eben so wenig wie bei der Horizontalvermessung vermag man auch bei der Ausführung der Nivellements die ermittelten Zahlen zu behalten. Hier wie dort kommt es darauf an, daß man sie aufschreibe, und zwar in passender Weise aufschreibe, so daß man jederzeit die nöthigen Angaben dem Manual — so heißt gewöhnlich das betreffende Verzeichniß — entnehmen könne. Um diesen Zweck bestmöglich zu erreichen, ist es gut, sich mit passend eingerichteten, linirten und überschriebenen Formularen zu versehen, in welche die gemessenen Längen und abgelesenen Lattenhöhen eingeschrieben werden können. Zugleich ist es gut, diese Formulare so einzurichten, daß die aus dem Nivellement hervorgehenden Berechnungen im Manual selbst ausgeführt werden können. Das Manual muß demnach Angaben aufnehmen können über:

1. den Ort der Aufstellung des Instrumentes, sowie über die Nummer dieser Aufstellung;
2. falls nothwendig, die Instrumentenhöhen;
3. die abgelesenen Lattenhöhen;
4. die Höhenunterschiede, sowohl der einzelnen aufeinander folgenden Punkte unter sich, als aller Punkte vom ersten;
5. die Entfernungen der einzelnen aufeinander folgenden Punkte unter sich und jedes einzelnen vom ersten;
6. das verhältnißmäßige oder procentische Steigen (oder Fallen) der Verbindungslinien der einzelnen aufeinander folgenden Punkte und, wenn nöthig, des ersten Punktes mit allen folgenden, und
7. endlich allfällige Bemerkungen.

Je nachdem nun ein Nivellement aus den Enden, aus der Mitte oder in kombinirter Weise ausgeführt wird, muß das Formular etwas anders eingerichtet sein. Zu besserer Erläuterung des Gesagten lassen wir nun auf Seite 108, 109 und 110 Musterformulare folgen, welche ausgeführte Beispiele mit den allenfalls noch nöthigen Erläuterungen enthalten.

f. Das Auftragen der Profile.

Gar oft wünscht man von einer nivellirten Linie auch ein anschauliches Bild, das ihr Steigen und Fallen auf den einzelnen Strecken und im Ganzen versinnlicht. Ein solches Bild führt den Namen Profil. Ueber dessen Anfertigung wollen wir in Kürze einige Bemerkungen anbringen. Zur Erleichterung des Verständnisses behandeln wir gerade das in nachfolgendem Nivellement (Fig. 84) vorliegende Beispiel. Von der 364 Fuß langen Kreuzgasse in Hirschhausen wurden 9 Punkte bezeichnet und nivellirt; das Manual über dieses Nivellement enthält die auf Seite 111 aufgeführten Angaben.

Vor allem müssen wir nun die Höhendifferenzen der einzelnen Punkte des Profils auf einen und denselben Horizont reduzirt werden, damit man von einer und derselben Horizontalen aus die Höhen auftragen könne. Zu dem Ende bestimmt man den Höhenunterschied sämmtlicher Punkte vom ersten derselben, wozu im Manual die besondere Rubrik „Höhendifferenzen“ — „Zusammen“ vorhanden ist.

I. Formular vom Manual zu einem Nivellement aus den Enden.

Name der Stationen.	Instrumenten-höhe.	Lattenhöhe in Zoll und Linien.	Höhendifferenzen.		Entfernungen.		% Gefälle.		Bemerkungen.
			Einzeln.	Zusammen.	Einzeln.	Zusammen.	Einzeln.	Zusammen.	
A	44″0‴	63″5‴	+ 19″5‴	+ 19″5‴	68′ 7″	68′ 7″	+ 2,8	+ 2,8	
B	42 7	54 2	+ 11 5	+ 31 0	52 5	121 2	+ 2,1	+ 2,5	
C	39 6	67 1	+ 27 5	+ 58 5	76 8	198 0	+ 3,5	+ 2,9	
D	45 1	48 9	+ 3 8	+ 62 3	44 9	242 9	+ 0,8	+ 2,5	
E	46 3	26 5	— 19 8	+ 42 5	90 6	333 5	— 2,1	+ 1,2	
F	43 6	20 6	— 23 0	+ 19 5	42 5	376 0	— 5,4	+ 0,5	
G	39 8	41 7	+ 1 9	+ 21 4	84 0	460 0	+ 0,2	+ 0,4	
H	39 6	57 4	+ 17 8	+ 39 2	66 3	526 3	+ 2,6	+ 0,7	
I	40 8	66 5	+ 25 7	+ 64 9	87 9	614 2	+ 2,9	+ 1,0	
K	45 7	80 4	+ 34 7	+ 99 6	55 7	669 9	+ 6,2	+ 1,4	
L	42 4	72 2	+ 29 8	+ 129 4	60 5	730 4	+ 4,9	+ 1,7	

Bemerkungen. 1) Die Anzahl der nivellirten Punkte ist um eins größer als die Zahl der Stationen; so viel Stationen, so viel Linienstücke oder Strecken wurden nivellirt.

2) Die Höhendifferenzen bezeichneten wir immer so, daß ein Fallen der Linie vom ersten zum zweiten Punkte mit +, ein Steigen mit — vor der betreffenden Zahl angedeutet wurde. + bedeutet demnach, der erste Punkt ist höher als der zweite, — das Gegentheil.

II. Formular vom Manual zu einem Nivellement aus der Mitte.

Nummer der Aufstellung.	Lattenhöhen.		Höhendifferenzen.		Entfernungen.		% Gefälle.	Bemerkungen.
	Rückwärts.	Vorwärts.	Einzeln.	Zusammen.	Einzeln.	Zusammen.	Einzeln.	
1.	24″5‴	48″6‴	+ 24″1‴	+ 24″1‴	74′ 5″	74′ 5″	+ 3,2	
2.	1 4	15 4	+ 14 0	+ 38 1	65 9	140 4	+ 2,1	
3.	9 6	40 9	+ 31 3	+ 69 4	96 3	236 7	+ 3,2	
4.	36 5	32 7	— 3 8	+ 65 6	80 5	317 2	— 0,4	
5.	44 2	60 5	+ 16 3	+ 81 9	106 7	423 9	+ 1,5	
6.	17 8	48 9	+ 31 1	+113 0	123 1	547 0	+ 2,5	
7.	63 1	27 5	— 35 6	+ 77 4	111 7	658 7	— 3,2	
8.	97 5	15 8	— 81 7	— 4 3	93 9	752 6	— 8,7	
9.	85 7	45 4	— 40 3	— 44 6	86 5	839 1	— 4,6	
10.	44 3	50 6	+ 6 3	— 38 3	79 4	918 5	+ 0,8	

Bemerkung. Das % Gefälle wurde hier nur für die Strecken zwischen den einzelnen Punkten berechnet, da dasselbe für die Entfernungen aller Punkte vom ersten selten nothwendig ist.

III. Formular vom Manual zu einem Nivellement nach kombinirter Methode.

Name der Station.	Lattenhöhe rückwärts.	Instrumentenhöhe.	Lattenhöhe vorwärts.	Höhendifferenzen.		Entfernungen.		% Gefälle.	Bemerkungen.
				Einzeln.	Zusammen.	Einzeln.	Zusammen.	Einzeln.	
A	—	42″7‴	63″1‴	—	—	—	—	—	
B	25″6‴	46 0	78 9	20″4‴	20″4‴	45′ 6″	45′ 6″	4,4	
C	6 9	39 8	85 4	32 9	53 3	59 3	104 9	5,5	
D	0 6	46 2	63 7	45 6	98 9	67 5	172 4	6,7	
E	27 4	44 9	59 6	17 5	116 4	42 7	215 1	4,1	
F	29 5	44 2	70 1	14 7	131 1	58 1	273 2	2,5	
G	14 9	40 8	61 6	25 9	157 0	60 0	333 2	4,3	
H	17 7	38 5	49 7	20 8	177 8	49 6	382 8	4,2	
I	30 9	42 1	71 8	11 2	189 0	52 4	435 2	2,1	
K	10 7	40 4	66 9	29 7	218 7	64 0	499 2	4,6	
L	12 8	39 3	—	26 5	245 2	70 1	569 3	3,7	

Bemerkung. Bei dieser Art des Nivellements ist die Zahl der nivellirten Punkte gerade gleich der Zahl der Stationen oder Aufstellungen des Instruments.

Nivellement der Kreuzgasse in Hirschhausen.

Nummer der Aufstellung.	Lattenhöhen.		Höhendifferenzen.		Entfernungen.		% Gefälle.	Bemerkungen.
	Rückwärts.	Vorwärts.	Einzeln.	Zusammen	Einzeln.	Zusammen.	Einzeln.	
1.	22"0'"	76"0'"	+ 54"0'"	+ 54"0'"	40' 0"	40' 0"	+ 13,5	Die nivellirten Punkte wurden der Reihe nach mit a, b, c, d, e, f, g, h und i bezeichnet; so auch im Profil (Seite 112).
2.	47 0	12 0	— 35 0	+ 19 0	66 0	106 0	— 5,3	
3.	42 5	19 5	— 23 0	— 4 0	47 0	153 0	— 4,9	
4.	67 3	82 3	+ 15 0	+ 11 0	34 0	187 0	+ 4,4	
5.	27 9	62 9	+ 35 0	+ 46 0	53 0	240 0	+ 6,6	
6.	68 1	42 1	— 26 0	+ 20 0	28 0	268 0	— 9,3	
7.	29 5	35 5	+ 6 0	+ 26 0	53 0	321 0	+ 1,1	
8	46 3	100 3	+ 54 0	+ 80 0	43 0	364 0	+ 12,5	

Dieselbe belehrt uns, daß wenn die Höhe des ersten Punktes (a) gleich Null gesetzt wird, die andern Punkte (b, c, d, e, f, g, h und i) als Höhendifferenzen die Zahlen + 54, + 19, — 4, + 11, + 46, + 20, + 26 und + 80 (Zolle) aufweisen. Dies heißt nun so viel als: die Punkte b, c, e, f, g, h und i sind beziehungsweise 54, 19, 11, 46, 20, 26 und 80 Zoll tiefer, der Punkt d aber 4 Zoll höher als der (erste) Punkt a. Nachdem

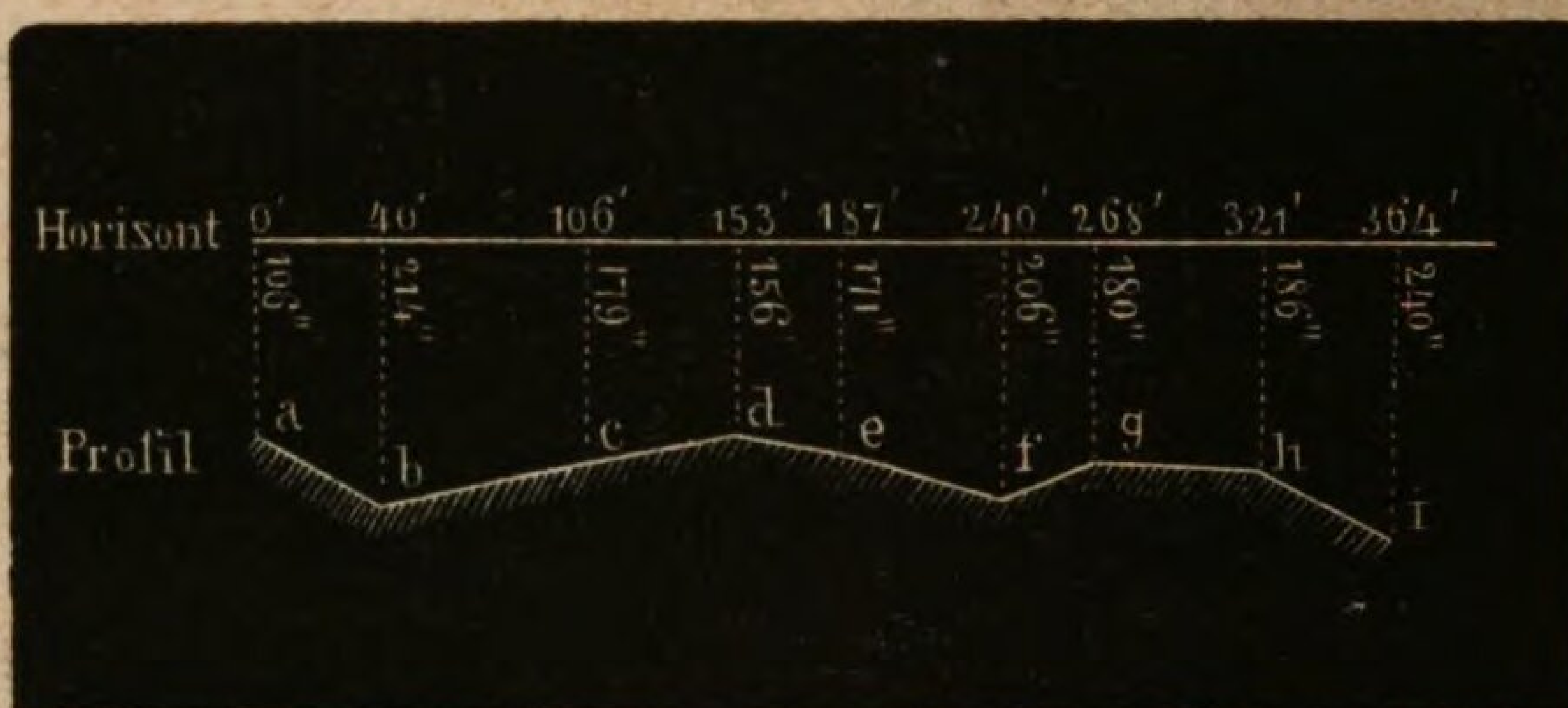


Fig. 84.

dies festgestellt worden, nimmt man auf dem Zeichnungsblatte die Horizontale durch den ersten Punkt (a) an und trägt auf derselben die im Manual enthaltenen Horizontalentfernungen 0, 40, 106, 153, 187, 240, 268, 321 und 340 Fuß in verjüngtem Maßstabe auf. Dann wird in jedem der so gefundenen Punkte eine Senkrechte zur Horizontalen errichtet und, nach unten oder nach oben, in der vorgeschriebenen Höhe und nach angenommenem Maßstabe aufgetragen. Verbindet man die Endpunkte dieser Perpendikel der Reihe nach durch gerade Linien, so erhält man das Profil.

In den meisten Fällen sind die Profile im Verhältniß zu ihrer Höhe sehr lang, weßhalb man bei Benutzung desselben Reduktionsmaßstabes für die Längen und Höhen oft entweder ungeheuer lange Zeichnungsblätter haben oder aber die Höhen in kaum wahrnehmbarer Größe angeben müßte. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, wählt man daher in der Regel für die Höhen einen größeren Maßstab als für die Längen; so haben auch wir in obenstehendem Beispiel die Längen in $^1/_{2000}$ der natürlichen Größe, die Höhen aber in $^1/_{500}$ der natürlichen Größe aufgetragen. Dies bewirkt dann allerdings, daß die Gefällsverhältnisse — das Steigen und Fallen —

der Linie in übertriebener Weise zum Vorschein kommen. — Während nun für das Auftragen der Höhen (und Tiefen) es mit Rücksicht auf die Genauigkeit der Zeichnung sehr gut ist, wenn die angenommene Horizontale (der angenommene Horizont) recht nahe bei sämmtlichen Punkten des Profils vorbeigeht, hat dies den Uebelstand zur Folge, daß man für die nöthigen Zahlenangaben und Zeichen keinen Platz findet. Daher pflegt man meistens einen Horizont anzunehmen, der bedeutend höher (oder tiefer) liegt als die einzelnen Punkte, und von diesem aus die Höhen und Tiefen zu berechnen und aufzutragen. So haben auch wir bei obigem Beispiele einen Horizont vorausgesetzt, der 160″ höher liegt als unser erster Punkt a. Dadurch erhielten wir den erforderlichen Platz, um die nöthigen Zahlen und Buchstaben einzuschreiben. Eine weitere Folge dieser Annahme eines zweiten (höhern) Horizonts war natürlich auch die, daß sämmtliche Quoten oder Höhenzahlen anders ausfielen, als wir sie oben berechneten, und zwar sind es die in der Zeichnung den einzelnen Perpendikeln beigeschriebenen Zahlen.

g. Nivellements von Flächen.

Flächen werden hauptsächlich für zwei Zwecke nivellirt: 1) um die Gefällsverhältnisse derselben nach verschiedenen Richtungen zu ermitteln, und 2) um die Größe der nothwendigen Materialbewegungen zu berechnen, wenn diesen Flächen eine andere Gestalt oder Höhe gegeben werden soll. Wir wollen noch die Lösung der dabei auftretenden Hauptaufgaben kurz nachweisen.

Die Gefällsverhältnisse einer krummen Fläche, die man z. B. für die Planirung einer größern Drainageanlage kennen muß, werden am besten durch sogenannte Horizontalkurven angegeben. Darunter versteht man Linien, welche jenen Flächen angehören und deren Punkte alle gleich hoch liegen. Solcher Horizontalkurven werden für eine Fläche immer mehrere bestimmt, aber in gleichen Vertikalabständen von einander, z. B. von 10 zu 10 Fuß. Die Entstehung jener Horizontalen kann man sich demnach auch so denken, daß die gegebene krumme Oberfläche eines Grundstückes durch eine Reihe von horizontalen

Ebenen geschnitten wird, die in gleichen Abständen von einander angenommen wurden. Hat man auf einem Grundstücke mehrere

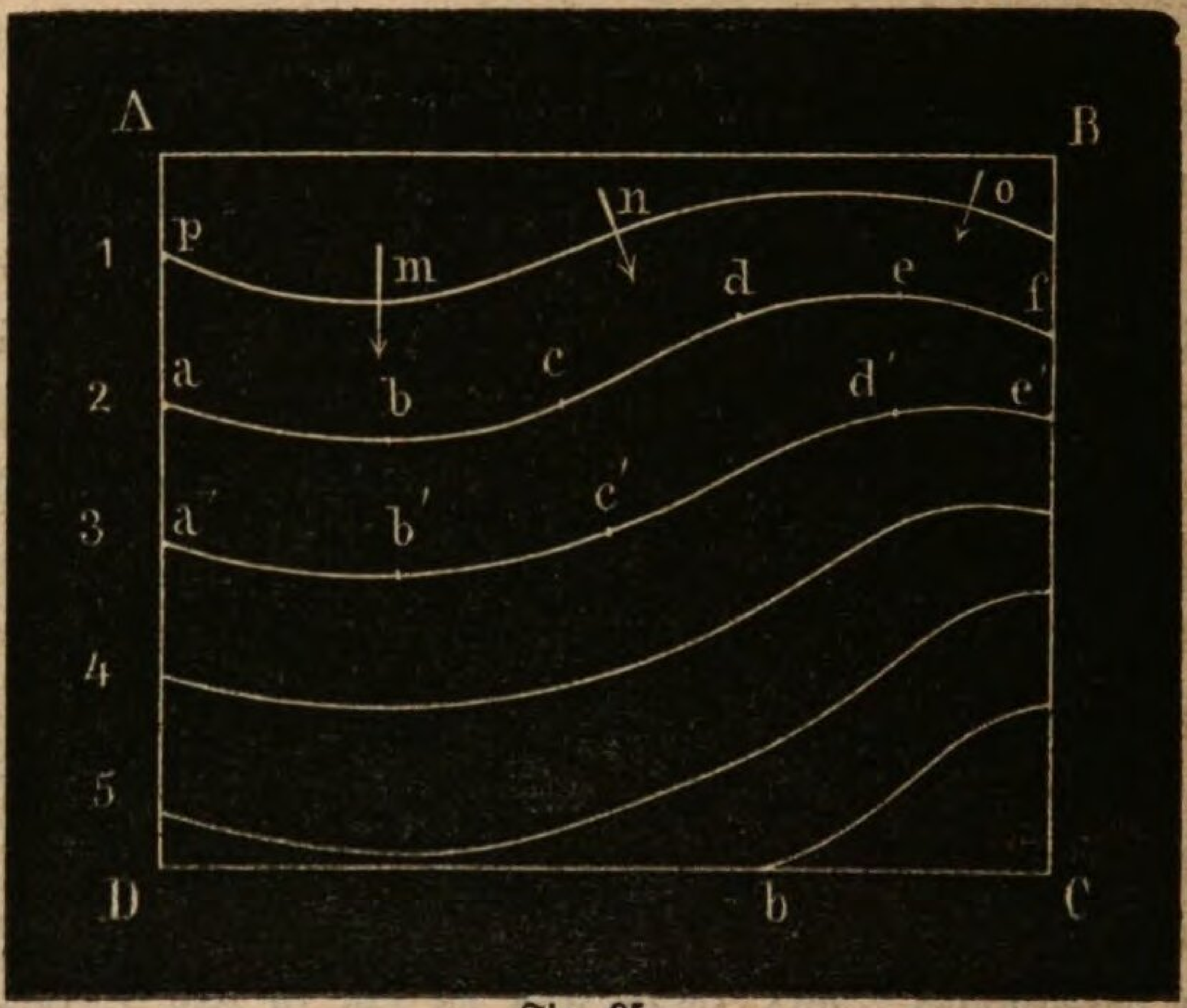


Fig. 85.

Horizontalkurven abgesteckt und sie (durch Horizontalvermessung, also vermittelst Anwendung der Meßstangen, Kreuzscheibe ꝛc.) aufgenommen und in den Grundriß eingezeichnet, so geben sie über die Gestaltung der Fläche jeden wünschbaren Aufschluß. Z. B.: Die Linien des stärksten Gefälles, oder die Richtungen (m, n, o u. s. w.), nach welchen das Wasser über diese Fläche hinunterflösse, wären überall senkrecht zu den Horizontalen; denkt man sich das Grundstück in einer Richtung vermittelst einer Ebene durchschnitten, so können die Horizontalkurven zur Konstruktion des Profils jenes Schnittes benutzt werden, indem der Schnitt jener Ebene im Grundriß sofort gezeichnet werden kann und in den Schnittpunkten des Grundrisses mit den Horizontalen die Quoten oder Höhenlinien des Profils bekannt sind; je näher die Horizontalen im Grundriß bei einander sind, desto steiler ist die Fläche, und umgekehrt ꝛc. Die Absteckung solcher Horizontalen geschieht nun mit Hülfe des Nivellirinstrumentes. Soll z. B. die Horizontale Nr. 2 des Grundstückes ABCD angegeben werden, so stellt man das Nivellirinstrument wo möglich so auf, daß man nach allen Stellen der Linie vom gleichen Standort aus visiren kann. Wurde die Horizontale Nr. 1

schon vorher ausgesteckt, so ist die Höhe der einzelnen Punkte von Nr. 2 vorgeschrieben durch den angenommenen Vertikalabstand der einzelnen Horizontalen von einander; wäre aber Nr. 2 die erste Horizontale, die abgesteckt wird, so hätte der Arbeiter die Höhe eines Punktes zu wählen, wozu ihm der Zweck seiner Arbeit die nöthige Weisung geben muß. Für uns wollen wir annehmen, es sei der Punkt p der ersten Horizontale bekannt und man wolle den ersten Punkt a der zweiten angeben. Zu dem Ende stellt ein Gehülfe die Nivellirlatte in p auf und der Techniker beobachtet mit dem Nivellirinstrument die Lattenhöhe, woraus sich dann durch leichte Rechnung ergiebt: 1) um wie viele Zolle Punkt p tiefer liegt als die Visirlinie, 2) um wie viele Zolle der erste Punkt a und jeder andere Punkt b, c, d, ... der zweiten Horizontalen tiefer liegen muß als die Visirlinie, damit die zweite Horizontale die vorgeschriebene Tiefe unter der ersten erhalte. Diese letzte Zahl ist dann die Lattenhöhe, die der Beobachter bei unverändertem Stande seines Nivellirinstrumentes bei Aufstellung der Latte in den Punkten a, b, c, d beobachten muß, und es ist nun Aufgabe seines Gehülfen, nach erhaltenem Winke die Latte bald höher bald tiefer so aufzustellen, daß diese Lattenhöhe zum Vorschein kommt.

Die Arbeit selbst würde etwa so verlaufen:

1) Aufstellung des Instrumentes in einem Punkte ob der Mitte von p m n o, Annahme des ersten Punktes p nach Gutfinden, und Aufstellung der Latte daselbst (dies natürlich durch den Gehülfen). Ablesung der Lattenhöhe, beispielsweise 86″. Aufsuchung weiterer Punkte m, n, o, welche alle die Lattenhöhe 86″ zeigen. Bezeichnung all dieser Punkte durch Stäbe, damit man sie später aufnehmen und in den Grundriß eintragen könne.

2) Aufstellung des Instrumentes ungefähr ob der Mitte von a, b, c, d .... Aufstellung der Latte bei p. Abgelesene Lattenhöhe 11″. Vorgeschriebener Vertikalabstand der Horizontalen betrage 10′; demnach bei diesem Stande des Instruments Lattenhöhe aller Punkte der zweiten Horizontalen 100″ + 11″ = 111″. Aufsuchung der Punkte a, b, c...., welche alle die Lattenhöhe 111″ zeigen. Bezeichnung der Punkte durch Stäbe oder Meßpflöcke.

3) Aufstellung des Instrumentes ob der Mitte von a′, b′, c′ .... Visiren nach a; Ermittlung der Lattenhöhe für a′, b′, c′ u. s. w.

Was nun das **Nivellement** einer Fläche zum Zwecke der Berechnung einer nothwendigen Materialbewegung

(Auftrag und Abtrag) anbelangt, so muß dasselbe so angelegt und durchgeführt werden, daß man aus demselben und mit Hülfe des Grundrisses der (ganzen) Fläche (und ihrer Theile) das Volumen oder den Raum berechnen kann, der von der gegebenen Oberfläche einerseits und einer in bekannter Tiefe darunter angenommenen horizontalen Ebene nebst den vertikalen Ebenen durch die Umfangslinien andererseits begrenzt ist. Für diesen Zweck wird die Fläche so abgesteckt und in Dreiecke eingetheilt, daß man die Flächen jener Dreiecke als eben (was nicht zugleich horizontal bedeuten muß) annehmen kann. Die betreffenden Punkte werden durch Nivellir- und Meßpflöcke bezeichnet und numerirt. Sodann wird der Grundriß der Fläche und ihrer Eintheilung aufgenommen und im Handriß verzeichnet, worauf die Aufnahme des Nivellements stattfinden kann. Für dieses wird das Instrument ungefähr in der Mitte der Fläche aufgestellt, und wo möglich wird auch vom gleichen Standorte aus nach allen Punkten visirt. Sollte dies nicht möglich sein, so müssen nachher die Lattenhöhen auf den gleichen Horizont reduzirt werden, wozu der Techniker nicht unterlassen wird, jeweilen mindestens einen Punkt von beiden Standorten aus einzuvisiren. Denn nur dadurch vermag er die Visirlinien der beiden Standorte bezüglich der Höhe mit einander zu vergleichen. Sind die erhaltenen Lattenhöhen auf denselben Horizont reduzirt, so nimmt man nun zweckmäßig für die Volumenberechnung einen zweiten Horizont — eine zweite horizontale Ebene — an, welche etwa durch den tiefsten Punkt der Fläche geht, oder sonst in bekannter Tiefe unter dem ersten Horizont, und berechnet die Höhen aller nivellirten Punkte ob dieser Hülfsebene, was durch einfache Subtraktion sämmtlicher Lattenhöhen von dem Höhenunterschied der beiden Hülfsebenen erhältlich ist. Die so erhaltenen Höhen oder Quoten der einzelnen Punkte können nun in Verbindung mit dem Grundriß zur Berechnung des fraglichen Raumes oder Volumens dienen. Für diese Berechnung theilt man (mit Hülfe des Grundrisses und der Höhen) den Raum in lauter dreiseitig prismatische Körper — Prismoide — ein, von welchen je die drei Höhen die Kanten und der zugehörige Grundriß eine zu den Kanten senkrecht stehende Grundfläche bilden. Den Inhalt eines solchen

Körpers erhält man, indem man das arithmetische Mittel der drei Kanten (den dritten Theil ihrer Summe) mit der (Maßzahl der) Grundfläche multiplizirt.* Ist eine solche Raumberechnung durchgeführt, daß man angeben kann, wie viele Kubikfuß oder Schachtruthen Material ob der angenommenen Horizontalebene liegen, so hat man darin die ausreichende Grundlage zu allen weitern, zu irgend welchen speziellen Zwecken noch nothwendigen Berechnungen. Zu besserer Erläuterung des Gesagten diene folgendes Beispiel.

Man hat einen unebenen, achteckigen Bauplatz und wünschte zu wissen:

1. Welche Höhe erhielte der Bauplatz, wenn man das auf demselben befindliche Material, ohne Zu- oder Abfuhr von solchem, horizontal ausebnete?
2. Wie viel Material müßte noch zugeführt werden, um den Platz 2' ob dem höchsten Punkte horizontal auszuebnen?
3. Wie viel Material müßte von dem Platze weggeführt werden, um ihn 5'' unter dem tiefsten Punkte horizontal ausebnen zu können?

Der ganze Platz wurde zum Zwecke des Nivellements in 22 Dreiecke eingetheilt; ferner wurden die Eintheilungspunkte (Eckpunkte der Dreiecke) a, b, c, d .... r ausgepflöckt und bezeichnet. Die Horizontalaufnahme des

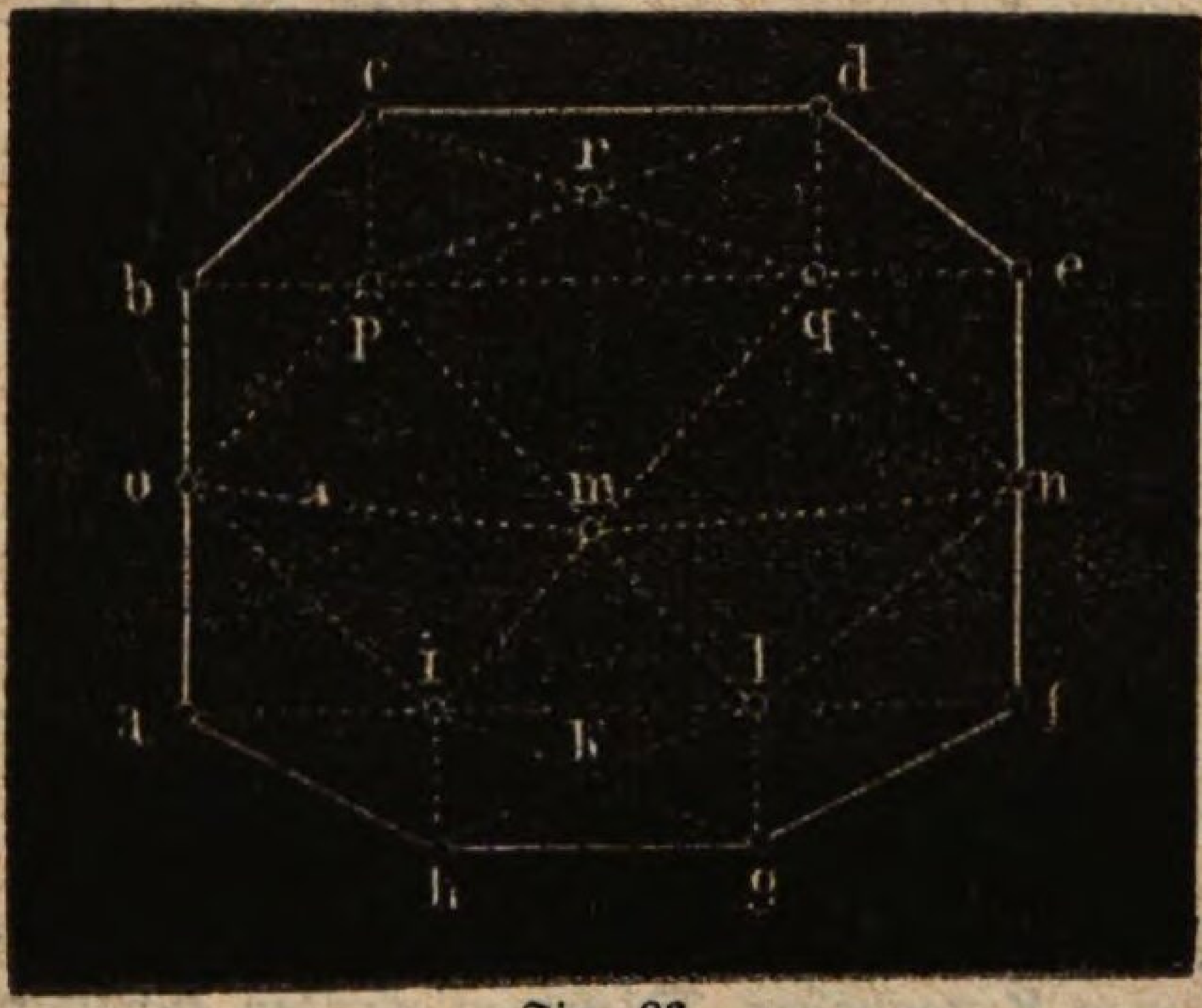


Fig. 86.

Platzes ergab den Grundriß a b c d e f g h. (Maßstab 1 : 1000). Die Maßzahlen zur Berechnung des Flächeninhalts der Dreiecke sind dem Grundriß, zur Vermeidung der Ueberladung, nicht beigeschrieben worden und in folgender Tabelle enthalten, welche daneben auch den berechneten Flächeninhalt der Dreiecke enthält.

---

* Das Nähere hierüber findet sich in des Verfassers „Anleitung zum Körpermessen", Seite 18 u. ff. Zürich, Druck und Verlag von Fr. Schultheß.

Nr.	Dreieck.	Grundlinie.		Höhe.	Inhalt in □ Fußen.
		Name.	Länge.		
1.	a i o	a o	33' 3''	36' 6'	609,39
2.	a h i	a i	36 6	20 0	366,00
3.	h i k	i h	20 0	26 1	261,00
4.	i k l	i l	48 3	10 6	255,99
5.	g h k	g h	48 3	10 6	255,99
6.	g k l	g l	20 0	26 1	261,00
7.	f g l	f l	36 6	20 0	366,00
8.	f l n	f l	36 6	33 3	609,39
9.	e n q	e n	30 6	30 6	468,18
10.	d e q	e q	30 6	25 3	387,09
11.	d q r	d q	25 3	33 3	421,24
12.	c d r	c d	66 6	12 6	419,58
13.	c p r	c p	25 3	33 3	421,24
14.	p q r	p q	66 6	12 6	419,58
15.	b c p	c p	25 3	30 6	387,09
16.	b o p	b p	30 6	30 6	468,18
17.	m o p	o p	40 0	49 0	980,00
18.	m p q	p q	66 6	37 3	1242,09
19.	m n q	n q	40 0	49 0	980,00
20.	l m n	l n	50 0	36 6	915,00
21.	i l m	i l	48 3	26 0	627,90
22.	i m o	i o	50 0	36 6	915,00
		Inhalt des ganzen Bauplatzes:			12036,93 □'

Das Nivellement ergab für die angenommenen Punkte die in folgendem Verzeichniß enthaltenen Lattenhöhen. Dieselben wurden zunächst sämmtlich von der Zahl 180 (Zoll) subtrahirt, worauf die so erhaltenen Zahlen die Höhen der betreffenden Punkte ob einer horizontalen Ebene angeben, welche 180'' tiefer liegt als die Visirebene des Nivellirinstruments, oder 73 Zoll tiefer als der tiefste Punkt (n). Mit Hülfe dieser Zahlen und des Grundrisses wurde die Zeichnung Fig. 87 ausgeführt, welche die Gestalt des Bauplatzes (in axonometrischer Darstellung) veranschaulicht. Für die Berechnungen wären jene Höhenzahlen jedoch etwas groß gewesen; darum wurde für diesen Zweck noch eine zweite Horizontalebene, und zwar durch den tiefsten Punkt (n), angenommen und die Höhe eines jeden Punktes ob derselben berechnet (Subtraktion

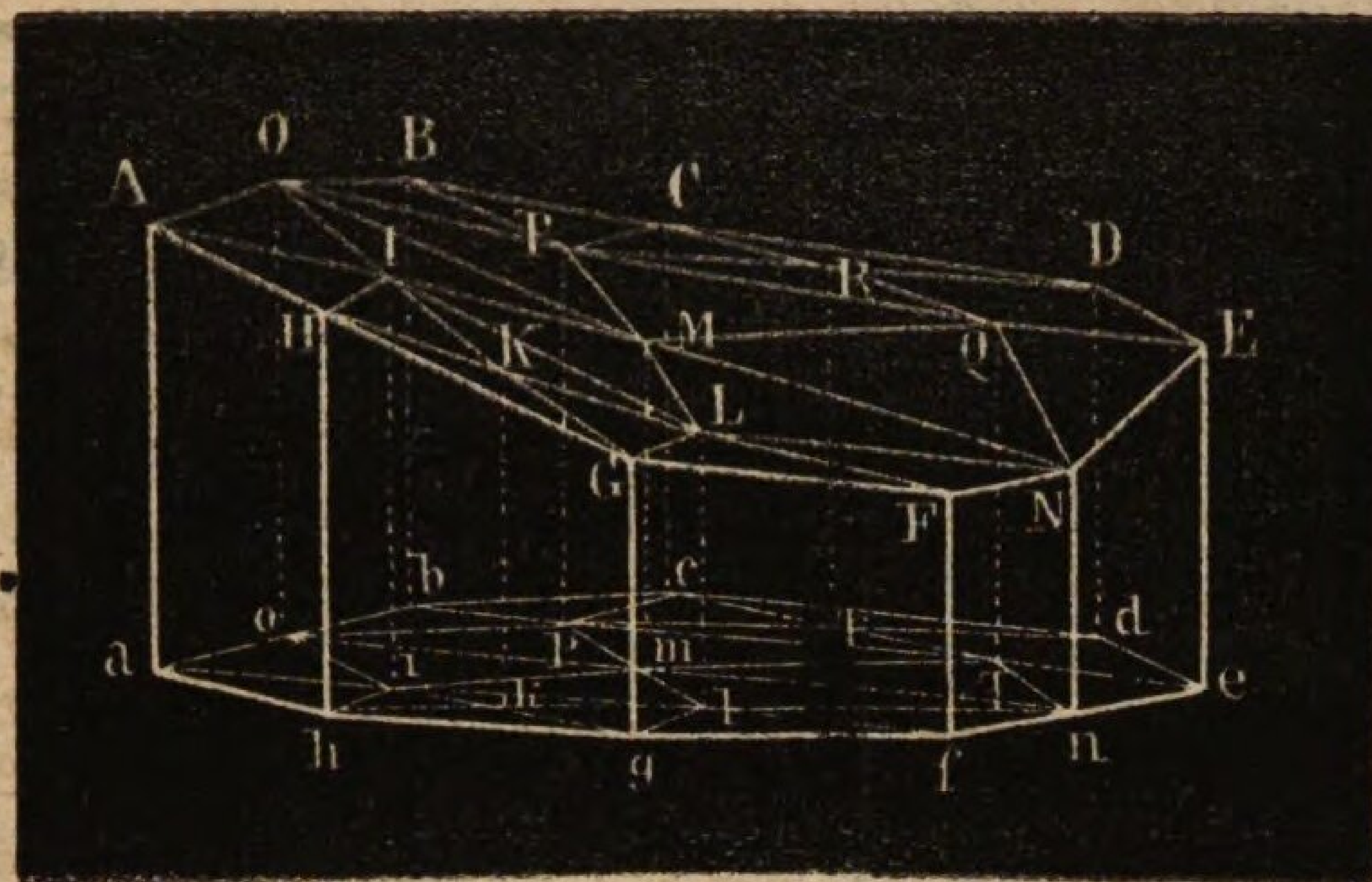


Fig. 87.

aller Lattenhöhen von der Zahl 107). Die so erhaltenen Höhen oder Quoten bilden die letzte Rubrik des nachfolgenden Verzeichnisses.

Punkte.	Abgelesene Lattenhöhe.	Berechnete Höhe oder Quote.	
		a) Für die Zeichnung.	b) Für die Rechnung.
a	40″	140″	67″
o	38	142	69
b	48	132	59
c	65	115	42
d	72	108	35
e	77	103	30
n	107	73	0
f	106	74	1
g	93	87	14
h	56	124	51
i	52	128	55
k	74	106	33
l	93	87	14
q	77	103	30
r	68	112	39
p	66	114	41
m	74	106	33

Die Berechnung des Materials, das sich auf dem Bauplatze ob der Horizontalebene durch den tiefsten Punkt befindet, ist nun in folgender Tabelle übersichtlich dargestellt:

Nr.	Grund- fläche des Körpers.	Inhalt der Grund- fläche.	Länge der Seitenkanten.	Summe der Kanten- längen.	Dreifacher Inhalt des Körpers.
1.	a i o	609,39	67″—55″—69″	19′ 1″	11639 c′.
2.	a h i	366.00	67 — 51 — 55	17 3	6332
3.	h i k	261,00	51 — 55 — 33	13 9	3628
4.	i k l	255,99	55 — 33 — 14	10 2	2611
5.	g h k	255,99	14 — 51 — 33	9 8	2509
6.	g k l	261,00	14 — 33 — 14	6 1	1592
7.	f g l	366,00	1 — 14 — 14	2 9	1061
8.	f l n	609,39	1 — 14 — 0	1 5	914
9.	e n q	468,18	30 — 0 — 30	6 0	2809
10.	d e q	387,09	35 — 30 — 30	9 5	3677
11.	d q r	421,24	35 — 30 — 39	10 4	4381
12.	c d r	419,58	42 — 35 — 39	11 6	4867
13.	c p r	421,24	42 — 41 — 39	12 2	5139
14.	p q r	419,58	41 — 30 — 39	11 0	4615
15.	b c p	387,09	59 — 42 — 41	14 2	5497
16.	b o p	468,18	59 — 69 — 41	16 9	7912
17.	m o p	980,00	33 — 69 — 41	14 3	14014
18.	m p q	1242,09	33 — 41 — 30	10 4	12918
19.	m n q	980,00	33 — 0 — 30	6 3	6174
20.	l m n	915,00	14 — 33 — 0	4 7	4301
21.	i l m	627,90	55 — 14 — 33	10 2	6405
22.	i m o	915,00	55 — 33 — 69	15 7	14365
				Dreifacher Inhalt des ganzen Körpers:	127360 c′.

Aus dieser Berechnung ersehen wir, daß die oben bezeichnete Materialmenge den dritten Theil von 127,340 c′, oder 42,447 c′ beträgt. (In der Rechnung wurden, um unnöthige Divisionen und unbequeme Brüche zu vermeiden, die einzelnen Grundflächen vorerst mit der ganzen Summe der drei Kanten multiplizirt und die Produkte unverändert addirt, weßhalb zunächst nicht der gesuchte Inhalt, sondern das Dreifache davon gefunden wurde. Auch sind in den Produkten alle Bruchtheile unter 0,5 vernachlässigt worden, während diejenigen über 0,5 durch 1,0 ersetzt wurden.)

Denkt man sich nun — zur Beantwortung unserer ersten Frage — den Bauplatz horizontal ausgeebnet ohne Material-Zu- oder Abfuhr, so verwandelt sich der soeben berechnete Körper mit unebener Oberfläche in ein Prisma, dessen Grundfläche dem Grundrisse des Bauplatzes vollkommen entspricht und dessen Höhe

berechnet werden kann, da wir außer der Grundfläche auch den Kubikinhalt kennen. Die Grundfläche mißt nämlich, wie oben berechnet worden, 12,037 □', der Kubikinhalt aber 42,447 c'; demnach ist die Höhe des Prismas

$$h = \frac{42447}{12037} \text{ Fuß} = 3{,}52 \text{ Fuß}.$$

Dies heißt nun: Wenn jener Platz ohne Zu- oder Abfuhr von Material horizontal ausgeebnet wird, so wird seine Höhe 35″ 2‴ ob dem jetzigen tiefsten Punkt (n) erreichen, und es können nun mit Hülfe des Nivellirinstrumentes da und dort auf dem Platze Punkte aufgestellt und bezeichnet werden, welche diese Höhe haben. Alles höher liegende Material kann dann abgegraben und in die Vertiefungen geworfen werden.

Zur Beantwortung der zweiten Frage bedenken wir, daß das auf dem Platze vorhandene, ob der der Horizontalebene durch den tiefsten Punkt liegende Material einem Prisma mit dem Grundriß des Platzes zur Grundfläche und mit einer Höhe von 35″ 2‴ gleich ist. Nun liegt der höchste Punkt (0) 69″ höher als der tiefste (n), und die Aufgabe verlangt zugleich, daß der Platz um 2' höher werde als der höchste Punkt; demnach müßte jenes Prisma eine Höhe von 69″ + 20″ = 89″ haben, und da gegenwärtig nur Material für eine Höhe von 35″ 2‴ vorhanden ist, so muß nach Vorschrift der Aufgabe noch so viel Material zugeführt werden, als ein Prisma von derselben Grundfläche und von der Höhe von 89″ 0‴ — 35″ 2‴ oder von 53″ 8‴ in sich faßte. Der Inhalt eines solchen Prismas ist aber, in Kubikfuß:

$$12037 \times 5{,}38 = 64769$$

Es müßten also, um den Platz zwei Fuß ob dem höchsten Punkte horizontal ausebnen zu können, noch 64,769 c' oder 647,69 Schachtruthen Material zur Auffüllung zugeführt werden.

Soll endlich drittens der Platz 5″ unter dem tiefsten Punkte horizontal ausgeebnet werden, so müssen vorerst die 42447 c' Material fortgeschafft werden, die höher liegen als der tiefste Punkt. Außerdem ist noch so viel Material wegzuführen, als ein Prisma von 5″ Höhe und 12037' Grundfläche in sich faßt. Der Inhalt eines solchen Prismas ist, in Kubikfußen:

$$12037 \times 0{,}5 = 6018$$

Also sind in diesem dritten Falle im Ganzen wegzuführen:

$$42447 \text{ c'} + 6018 \text{ c'} = 48465 \text{ c'} = 484{,}65 \text{ Schachtruthen Material.}$$

In ganz ähnlicher Weise lassen sich noch andere über Materialbewegungen auf Bauplätzen und Straßen u. dgl. vorkommende Aufgaben lösen.

Anhang.

I.

Reduktionstafel zur Vergleichung der Längen- und Flächenmaße verschiedener Länder.

Name der Länder.	Längenmaße.		Flächenmaße.	
	Benennung und Eintheilung:	Werth in Meter:	Benennung und Eintheilung:	Werth in Hektares zu 10000 □ Meter:
Schweiz	Fuß zu 10 Zoll	0,30000	Juchart zu 40000□'	0,36000
Baden	Fuß zu 10 Zoll	0,30000	Morgen zu 40000□'	0,36000
Würtemberg	Fuß zu 10 Zoll	0,28649	Morgen zu 38400□'	0,31517
Bayern	Fuß zu 10 Zoll	0,29186	Juchart zu 40000□'	0,34073
Oesterreich	Fuß zu 12 Zoll	0,31611	Joch zu 57600□'	0,57557
Preußen	Fuß zu 12 Zoll	0,31385	Morgen zu 25920□'	0,25532
Sachsen	Fuß zu 12 Zoll	0,28319	Acker zu 69008 $^{1}/_{3}$□'	0,55344

II.

Verzeichniß nebst Preisangabe der nothwendigsten Instrumente zum Feldmessen, Höhenmessen und Nivelliren.

a. Für das Feldmessen.

		Fr. Cs.
1.	Signalstangen von 8′ Länge, weiß und schwarz oder weiß und roth angestrichen, unten beschlagen das Stück zu	5. 50
2.	Meßstangen, viereckige von 10′ (3 m) Länge, angestrichen, auf 2 Seiten eingetheilt, und beschlagen, das Paar zu	15. —
3.	dito, runde von 10′ (3 m) Länge, aus winddürren Stämmchen, angestrichen, eingetheilt und beschlagen, das Paar zu	15. —
4.	dito, runde von 20′ (6 m) Länge, angestrichen, eingetheilt und beschlagen, das Paar zu . . .	28. —
5.	Meßband, provisorisch als Ersatz für die Meßlatte zu gebrauchen, 15‴ (45 mm) breit und 10′ (3 m) lang, an den Enden mit Beschlag versehen	8. —
6.	Ein Senkelstock, zugleich als Kreuzscheibestock zu gebrauchen, mit schwerer eiserner Spitze versehen, zu	7. —
7.	Messingene, achteckige Kreuzscheibe (mit Fenstern) von 1″ 8‴ (54 mm) Durchmesser und 2″ 2‴ (66 mm) Höhe, ohne Stock, zu . .	6. 50
8.	Winkelspiegel, Gehäuse von Messing, mit Berichtigungsschrauben versehen, zu	8. —
9.	dito, zur Benutzung auf geneigtem Terrain eingerichtet und mit Vorrichtung zum Einvisiren in eine gerade Linie versehen, zu	30. —
10.	Skizzirtisch (Tisch zur Anfertigung der Handrisse)	5. —

Fr. Cs

11. Dreiseitige Lineale 15″ (45 cm) lang zu Maßstäben, mit Theilung, das Stück je nach der Theilung zu Fr. 4—8. —

b. Für das Höhenmessen.

1. Quadrattafel (Quadrat von 4″ (12 cm) Seite) mit Senkblei ꝛc. versehen, auch für den Gebrauch als Kreuzscheibe und Nivellirinstrument eingerichtet, mit Stockstativ zu 20. —
„ Dreifußstativ zu 25. —
Die Anfertigung mit einem auf Messing getheilten Quadrate, statt auf Papier, kostet 5 Fr. mehr.
2. Preßler'sche Meßtafel (Meßknecht), für den Gebrauch von freier Hand eingerichtet, durch jede Buchhandlung zu beziehen, zu . . . . . . Fr. 3—3. 50

c. Für das Nivelliren.

1. Nivellirlatte, 12′ (3,6 m) lang, beschlagen, angestrichen, und auf beiden Seiten getheilt, in Zoll und halbe, ohne Zielscheibe zu . . . 12 —
2. dito, 12′ (3,6 m) lang, beschlagen, angestrichen und mit Theilung und Zielscheibe versehen, zu . 20. —
3. Kanalwage, Rohr von Messingblech, mit Dreifußstativ versehen, zu . . . . . . 14. —
4. Nivellirinstrument (Wasserwage mit Fernrohr), mit Dreifußstativ, Kistchen zum Verpacken ꝛc. versehen, je nach Größe und Vollkommenheit der Konstruktion zu . . . . . Fr. 60—120. —

Anmerkungen. 1) Wie aus verschiedenen Mittheilungen vorliegender Schrift entnommen werden kann, ist es selbstverständlich, daß ein Feldmesser nicht alle hier aufgezählten Instrumente besitzen muß. Jedermann wird diejenigen auswählen, die seinen Bedürfnissen am besten entsprechen.

2) Zu den angegebenen Preisen können obige Instrumente von der Werkstätte des Herrn J. Goldschmid, Mechaniker, in Zürich bezogen werden, welche der Verfasser für den Bezug von derartigen und andern mathematischen und

physikalischen Instrumenten empfehlen kann. Andere schweizerische Werkstätten, die sich mit Anfertigung von solchen Instrumenten beschäftigen und ebenfalls empfohlen werden, sind die der Herren: Hermann u. Pfister in Bern, Amsler in Schaffhausen, Kern in Aarau und Andere.

3) Es wird kaum der besonderen Erwähnung bedürfen, daß der Feldmesser, Förster, Draintechniker 2c. diejenigen Werkzeuge, die er entweder selbst verfertigen oder in der Nähe anfertigen lassen kann, wie Meßpflöcke, Signalstangen, Meßstangen, Skizzirtisch u. s. w. zur Vermeidung unnöthiger Transportkosten nicht vom Mechaniker beziehen wird. Es war dies mit ein Hauptgrund, weßwegen der Verfasser die Einrichtung jener Gegenstände an den betreffenden Orten so ausführlich besprochen hat.

Inhaltsverzeichniß.